



### **Središnja medicinska knjižnica**

Antabak, Anko (2005) Oštećenje periostalne cirkulacije nakon osteosinteze pločicama. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.

<http://medlib.mef.hr/157>

University of Zagreb Medical School Repository

<http://medlib.mef.hr/>

**Sveučilište u Zagrebu**

**Medicinski fakultet**

**Anko Antabak**

**OŠTEĆENJE PERIOSTALNE CIRKULACIJE NAKON OSTEOSINTEZE  
PLOČICAMA**

**DOKTORSKA DISERTACIJA**

Zagreb, svibanj 2005. godine

### **Rad je izrađen u ustanovama:**

#### **Klinika za kirurgiju Medicinskog fakulteta**

Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: *prof. dr. sc. S. Batinica*

#### **Zavod za patologiju Medicinskog fakulteta**

Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: *prof. dr. sc. S. Jukić*

#### **Klinika za kirurgiju Veterinarskog fakulteta**

Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: *prof. dr. sc. A. Brkić*

#### **Zavod za specijalno stočarstvo Agronomskog fakulteta**

Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: *prof. dr. B. Mioč*

#### **Instrumentaria d.d. razvojni odjel**

Rapska 37, Zagreb

### **Mentor :**

*Doc. dr. sc. Slavko Davila*

### **Zahvaljujem:**

***Doc. dr. sc. Slavku Davili, dr. med.*** na uputama i svesrdnoj pomoći tijekom izradbe ovog rada, bez čije pomoći ovaj rad ne bi bio uspješno dovršen

***Prof. dr. sc. Stipi Batinici, dr. med.*** na nesebičnoj pomoći koju mi je tijekom godina pružao u stjecanju znanstvenih i strukovnih znanja

***Prof. dr. sc. Darku Capaku, dr. vet.*** na pomoći pri izvedbi pokusa

***Dr. sc. Zoranu Pišlu,*** na sugestijama tijekom planiranja, prikupljanja i statističkoj analizi izmjerenih vrijednosti

***Prof. Tomislavu Ladanu, gl. ravnatelju LZ Miroslav Krleža,*** na lektoriranju rada

**SADRŽAJ**

Stranica

**PREDGOVOR**

<b>1. UVOD</b>	001
<b>1.1. OSTEOSINTEZA</b>	001
1.1.1. Povijest i razvoj osteosinteze	001
1.1.2. Ciljevi osteosinteze	002
1.1.3. Osteosinteza pločicama	002
1.1.4. Povijest razvoja osteosinteze pločicama	002
1.1.5. Funkcija pločice	004
1.1.6. Vrste pločica	005
<b>1.2. PERIOST</b>	006
1.2.1. Anatomska svojstva periosta	008
1.2.2. Građa periosta	008
1.2.2.1. Mikroskopska građa periosta	008
1.2.2.2. Morfološka podjela periosta na zone	009
1.2.3. Periostalna cirkulacija	012
1.2.3.1. Uvod	012
1.2.3.2. Teorija cirkulacijske funkcije	013
1.2.3.3. Cirkulacija periosta	013
1.2.3.4. Reakcija periostalne cirkulacije na prijelom kosti	021
1.2.3.5. Ultrastruktura periostalne cirkulacije kod prijeloma	022
1.2.4. Uloga periosta	023
1.2.4.1. Metaboličko-nutritivna uloga	023
1.2.4.1.1. Krvna opskrba dugih kostiju	024
1.2.4.1.2. Varijacije normalne krvne opskrbe kostiju	025
1.2.4.1.3. Posljedice prijeloma na krvnu opskrbu kostiju	025
1.2.4.2. Uloga periosta u rastu i razvoju koštanog tkiva	027
1.2.4.3. Reparatorna uloga periosta	028
1.2.4.3.1. Cijeljenje prijeloma kosti	029
1.2.4.3.2. Krvna opskrba kalusne formacije	031
1.2.4.3.3. Angiogeneza i koštana pregradnja	033
1.2.4.4. Potporno zaštitna uloga periosta	033
<b>1.3. BIOLOŠKI PRISTUP LIJEČENJU PRIJELOMA</b>	034
1.3.1. Uvod	034
1.3.2. Tehnike repozicije ulomaka	034
1.3.3. Suvremene tehnike stabilizacije ulomaka	035
1.3.3.1. Unutarnji fiksator	036
1.3.3.2. Nova generacija vijaka	037
1.3.3.3. LCP pločica	038
<b>2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA</b>	040
2.1. Pretpostavka i smisao predložene teme	040
2.2. Opći cilj istraživanja	040
2.3. Potanji ciljevi istraživanja	040
<b>3. MATERIJAL I POSTUPCI ISTRAŽIVANJA</b>	041
3.1. Mjesto izvođenja istraživanja	041
3.2. Konstrukcija i proizvodnja pločica	041
3.3. Pokusne životinje	047



3.4.	Priprema životinja za operacijski zahvat .....	048
3.5.	Kalendar i plan postavljanja pločica .....	049
3.6.	Postavljanje pločica .....	050
3.7.	Uzimanje periosta za analizu .....	051
3.8.	Postupak s periostima .....	053
3.9.	Digitalizacija slike .....	055
3.10.	Morfometrijska mjerenja .....	055
3.11.	Statistička obrada podataka .....	056
4.	<b>REZULTATI</b> .....	057
5.	<b>RASPRAVA</b> .....	123
6.	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	129
7.	<b>SAŽETAK</b> .....	130
8.	<b>SUMMARY</b> .....	131
9.	<b>LITERATURA</b> .....	132
10.	<b>POPIS OZNAKA I KRATICA</b> .....	141
11.	<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	142

## PREDGOVOR

Suvremenici smo rušenja dogme rigidne stabilne osteosinteze i promocije novih, bioloških metoda liječenja prijeloma. Tako principi stabilne elastične osteosinteze pločicama preferiraju cijeljenje prijeloma kalusom. Smanjenjem dodirne površine pločice i prelomljene kosti, uz dobru kiruršku tehniku, izbjegne se oštećenje tkiva, što rezultira manjim brojem komplikacija i bržem oporavku. Tim poštenim metodama osteosinteze omogućava se vitalnom periostu njegova puna biološka funkcija u zacjeljenju prijeloma kosti.

Uloga periosta u cijeljenju prijeloma kosti je mnogostrano obrađivana. Kroz povijest ponekad se činilo da su zbivanja, u odnosu na ulogu i važnost periosta, u potpunosti riješena, a utvrđene spoznaje konačne. Pojavom stabilne rigidne osteosinteze interes za biomehaničke odnose na mjestu frakture zasjenio je mnoga druga pitanja pa tako i ulogu periosta.

Da bi mogli cjelovitije razumjeti ulogu periosta i oštećenja nastala nakon osteosinteze pločicama i vijcima, neophodno je dotaknuti osnovne činitelje koji sudjeluju u tom zbivanju. Neki su od tih faktora svestrano obrađeni, a neka su pitanja još uvijek dvojbeni. Saznanja o zbivanju na razini frakturne pukotine i okolnim tkivima, u novije su vrijeme znatno dopunjena. Te se spoznaje kontinuirano nadopunjavaju, trpeći pri tom stanovite korekcije.

Disertaciju sam morao početi kratkom poviješću osteosinteze, uz poseban osvrt na osteosintezu pločicama i vijcima.

U drugom sam poglavlju uvoda obradio periost, sa svim do sada poznatim činjenicama o njemu, a u trećem, suvremeni biološki pristup liječenju prijeloma kosti. Očuvanje cirkulacije periosta jedan je od glavnih ciljeva poštenih, bioloških metoda osteosinteze (elastična stabilna osteosinteza titanijskim žicama, pločice male kontaktne površine sa korteksom).

Da bih utvrdio postoji li oštećenje periostalne cirkulacije nakon osteosinteze pločicama, a po preporuci doc. Slavka Davile, pristupio sam istraživačkom projektu novih osteosintetskih pločica. Originalnu konstrukciju četiri nove pločice različita oblika kontaktne površine tehnički su razradili inženjeri «Instrumentarije d.d.». Pri tome je postojao interes da se načini nova pločica takvog oblika kontaktne površine kojom bi se u najmanjoj mjeri oštetila periostalna cirkulacija.

Pokus na deset ovaca, načinili smo uz pomoć prof. Capaka i dr. Vnuka na Klinici za kirurgiju Veterinarskog fakulteta u Zagrebu. Da bismo izbjegli sve druge čimbenike koji bi mogli biti od utjecaja na oštećenje periostalne cirkulacije, pločice smo postavljali na intaktne kosti potkoljenice, pod istim uvjetima tijekom 14 dana.

U odjeljku materijali i metode potanko sam opisao: Odabir pokusnih životinja i pripreme za operacijski zahvat, konstrukciju i proizvodnju pločica, postavljanje pločica, uzimanje periosta za analizu, pripremu histoloških preparata, digitalizaciju slike, morfometrijska mjerenja vaskularnih prostora i statističku obradbu podataka. U tom poglavlju nalaze se nacrti svih pločica i detaljan plan postavljanja pločica za svaku pokusnu životinju.

U poglavlju rezultati, iznesene su vrijednosti svih ponovljenih mjerenja iz kojih se vidi opsežnost ovog istraživanja. Vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svaki periost prikazane su u tablici osnovnih statističkih parametara, ali i box-plot grafičkim prikazom. Radi bolje preglednosti rezultati pokusa prikazani su u četiri dijela. U prvom je dijelu prikazana morfološka slika i kvantifikacija periostalne cirkulacije intaktnog periosta, i statistička usporedba volumne gustoće ovisno o pokusnoj životinji i nozi s koje je uzet periost. U drugom dijelu prikazani su rezultati kvantifikacije mikrocirkulacije periosta ispod klasične pločice. U trećem dijelu izneseni su rezultati kvantifikacije mikrocirkulacije ispod novih pločica. A u četvrtom dijelu su prikazane razlike periostalne cirkulacije (volumnih gustoća) ovisno o ispitivanim pločicama.

U poglavlju rasprava dao sam vlastita zaključna zapažanja grupirana u tri djela. U prvom se govori o objekcijama općeg značaja, u drugom o novim pločicama a u trećem se iznose činjenice na temelju vlastitog pokusa.

Razmatranja o dobivenim rezultatima eksperimentalnog rada, sadrže smjernice za primjenu novih bioloških pločica koje imaju mjesto u svakodnevnoj ortopedskoj i traumatološkoj kirurgiji. Iznio sam i vlastita opažanja o mikrocirkulaciji i građi periosta. Osvrnuo sam se na neka pitanja oko uloge periostalne cirkulacije u uvjetima stabilne osteosinteze, i dao vlastiti sud o dosadašnjim istraživanjima.

Tekst je popraćen autorskim fotografijama, a dio ilustracija u cijelosti sam načinio vlastitim umijećem. Ilustracije i fotografije, uratke drugih istraživača, obradio sam grafičkim dizajnom dajući im potpuno novi izgled vlastitog gledišta. Bez pomoći gospodina Hrvoja Šurmanovića, nenadmašnog znalca grafičkog dizajna, ne bih bio ni približno uspješan. Naravno, ilustracije od temeljnog značaja za ovaj dio znanosti, preslikao sam u izvornom obliku.

## 1. UVOD

### 1.1 OSTEOSINTEZA

Osteosinteza je operacija spajanja i učvršćivanja ulomaka prijeloma različitim metalnim implantatima radi postizanja čvrstoće i trajnog položaja implantata kojeg tkivo dobro podnosi. Svaki prijelom pretpostavlja udruženu ozljedu mekih tkiva i kostiju. Zbog toga se liječenje prijeloma treba sastojati ne samo od spajanja ulomaka kosti, već postupak treba biti prihvatljiv i ostalim lokalnim strukturama.(1).

#### 1.1.1 POVIJEST I RAZVOJ OSTEOSINTEZE

Proces cijeljenja prelomljene kosti izazivao je interes već od najranijih začetaka medicinske znanosti. Mišljenje Galena (2. stoljeće pr.Kr.) vjekovima ostaje meritorno, tako da 1692. godine, i danas glasoviti Clopton Havers, još govori o stvaranju kalusa kao otvrdnuće posebnog soka (succus ossificus) (2). Tek je Duhamel (1741. god.) prepoznao cijeljenje prijeloma kalusom kao tvorevinu periosta (3,4). Gurlt i Lambotte su (1862. god.) stabilnu fiksaciju kosti nazvali "osteosinteza" (5). Lister (Glasgow 1870. god.) za stabilizaciju ulomaka upotrebljava žičane "*bone sutures*" i "*cerclage*". Wutzer (Bonn 1843. god.) razvija vanjski fiksator.

Carl Hansmann (1886. god.) prvi je stabilizirao ulomke prelomljene kosti pločicom u 21 bolesnika. Kirschner (Greifswald, 1909. god.) razvija K-žicu, a Küntscher (Kiel, 1939. god.) uvodi liječenje prijeloma metodom unutrašnjeg navođenja (Küntscherov medularni čavao) koji ne isključuje mikropokrete ulomaka, te posljedično stvaranje podražajnog kalusa. Ta metoda je našla svoju primjenu pri longitudinalnoj fiksaciji dijafiznih prijeloma na donjim ekstremitetima. Revolucionarno je bilo otkriće Krompechera (1935. god.). On je u mehanički neutralnom terenu postigao primarno angiogeno stvaranje kosti. Slutio je da se ovakav proces cijeljenja odigrava kada ulomci apsolutno miruju.

Robert Danis "otac moderne osteosinteze" je 1949. godine postigao mirovanje ulomaka na mjestu prijeloma do mikroskopskih razmjera, te je praktično potpuno potvrdio Krompecherovu pretpostavku o angiogenoj osifikaciji uz spomenute uvjete (6). Te su spoznaje i teorijske pretpostavke idejna osnovica i temelj za uvođenje stabilne osteosinteze u traumatologiju.

Osnutkom AO skupine (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, 1958. god. u Bielu, Švicarska) počinje napredak unutarnje osteosinteze pločicom temeljen na histološkim i biomehaničkim spoznajama, tehnološkim usavršavanjem, kliničkim iskustvima i stalnim usporedbama sa alternativnim postupcima. Osnivači udruženja (Müller, Schneider, Bandi, Willenegger, Allgöwer) preferiraju primarno koštano cijeljenje (Primär Knochenheilung po Allgöweru) koštanim kalusom (7,8). Ovaj kalus po opsegu je malen, ne deblji od korteksa i radiološki je nevidljiv.

### 1.1.2 CILJEVI OSTEOSINTEZE

Osteosinteza je operacija spajanja i učvršćivanja ulomaka prijeloma raznim metalnim implantatima s ciljem postizanja čvrstoće i trajnog položaja implantata kojeg tkivo dobro podnosi (9). Dakle cilj je, postići dostatnu stabilnost ulomaka koja omogućava punu funkcionalnu aktivnost ekstremiteta neposredno nakon operacije. Put do uspješnog ostvarenja ovog cilja nije lagan. Korišteno je pa zbog loših rezultata napušteno više načina izvođenja osteosinteze. Ipak, vremenom su shvaćeni bitni principi učinkovite osteosinteze. Dva su temeljna principa osteosinteze:

#### **1. Kompresija ulomaka**

Kompresijom prelomljenih ulomaka povećava se trenje među ulomcima, a time i stabilnost. Ta kompresija može biti statička (pritezni vijak, prenapregnuta pločica, vanjski fiksator) i dinamička koristi sile koje se javljaju na mjestu prijeloma pri normalnoj upotrebi ekstremiteta.

#### **2. Princip navođenja**

Navođenje većinom ne dovodi do apsolutne stabilnosti ulomaka, te rezultira sekundarnim cijeljenjem. Dva su osnovna oblika navođenja: unutrašnje (medularni čavao, kutna ploča 130°, Kirschnerova žica u dječjih prijeloma) i vanjsko (vanjskim fiksatorom).

Ti se principi u nekim slučajevima mogu i kombinirati. Primjer je primjena priteznih vijaka i neutralizacijske pločice.

Oba principa i njihova kombinacija imaju svoje indikacije i kontraindikacije. Svaka metoda ima svoju optimalnu operativnu tehniku i odgovarajući instrumentarij, a ciljevi su im isti: cijeljenje prijeloma uspostavljanjem normalnih anatomskih odnosa te omogućavanje funkcionalnog postoperativnog liječenja.

### 1.1.3 OSTEOSINTEZA PLOČICAMA

Osteosinteza pločicama je operacija spajanja i učvršćivanja ulomaka prijeloma metalnim pločicama s ciljem postizanja čvrstoće i trajnog položaja pločice koju tkivo dobro podnosi. Pločica kao optimalno osteosintetsko sredstvo treba postići dostatnu prostornu stabilnost ulomaka uz maksimalno očuvanje cirkulacije kosti (9).

#### 1.1.3.1 POVIJEST RAZVOJA OSTEOSINTEZE PLOČICAMA

Na Kongresu kirurga u Berlinu (1886. god.), Carl Hansmann (liječnik iz Hamburga), prikazao je svoja prva iskustva (21 bolesnik) u liječenju prijeloma čeličnom pločicom i vijcima. Zbog lošeg odabira materijala (nikal i čelik) i pogrešno postavljenih indikacija neuspjesi su bili prečesti, a pločica je brzo zaboravljena. Danis je primjenom aproksimatora (priteznik), tlačeci ulomke na razini frakture pukotine, postigao zacjeljenje prijeloma bez

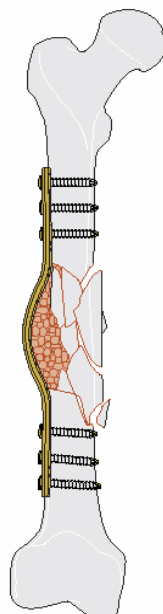
kalusa (10). Nadograđujući Danisova postignuća, AO skupina predstavlja svoju doktrinu u liječenju ozljeda koštano-zglobnog sustava:

Anatomska repozicija, stabilna osteosinteza (fiksacija), pažljiva operativna tehnika, očuvanje cirkulacije i rana aktivna fizikalna terapija (11).

Prva AO samokomprimirajuća pločica (1963. god.) izrađena je od čelične ploče, “semitubularnog” dizajna. Ovalne rupe i eksentrično postavljanje vijaka osiguravaju samokompresiju. Müller i sur. konstruirali su priteznic za pločice s okruglim rupama (7), ali je njihova kompresija bila nepouzdana (13).

Perren i sur. (1969. god.) povećavaju statičke sile na kontaktnoj plohi ulomaka (prenapregnutost) novom DCP pločicom (Dynamic Compression Plate) (14).

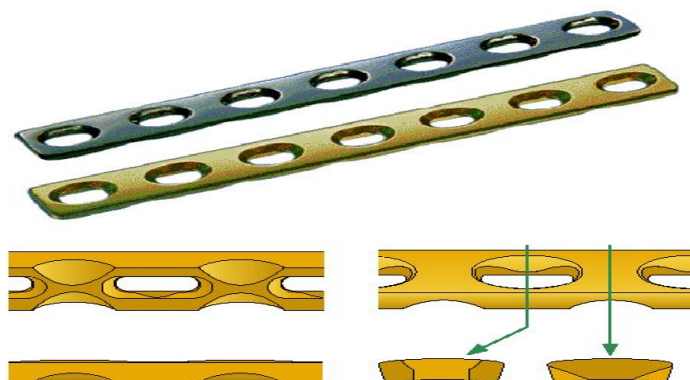
Brunner i Weber (1980. god.) predstavljaju “*wave plate*” (slika 1), a Heitemeyer i Hierholtzer razvijaju “*bridge plate*” (15,16).



Slika 1. “*Wave plate*” sa presatkom spongioze u defekt femura

Te pločice u luku premošćuju mjesto frakture i fiksiraju prelomljene ulomke kosti. Tri su teorijske prednosti ovih pločica: manja površina kontakta pločice i kosti (smanjeno oštećenje cirkulacije na mjestu prijeloma), moguća aplikacija kortiko-spongioznog presadaka na mjesto prijeloma, te izbjegnuto opterećenje ulomaka jer pločica preuzima sve tlačne sile na sebe (17).

Nakon osteosinteze pločicom nastaje privremeno smanjenje gustoće kosti. Ta rana osteoporoza u blizini implantata i ispod pločice, rezultat je nekroze i unutrašnjeg remodeliranja. Manje rigidne pločice induciraju veću porozu od čeličnih, a upotrebom idealnih pločica koje ne oštećuju cirkulaciju problem osteoporoze kosti pao bi u zaborav (18). Tako (1990. god.) nastaje LC-DCP (engl. Limited Contact-Dynamic Compression Plate) (18,19), čija unutrašnja površina samo djelomično tlači korteks (slika 2).



Slika 2. LC-DCP (Limited Contact-Dynamic Compression Plate) čelična i titanska izvedba

Ista skupina autora (1995. god.) preoblikuje LC-DCP pločicu, dodatnim smanjenjem dodirne površine s kosti, tako je nastao PC-Fix (engl. Point Contact Fixator). Taj unutarnji fiksator na kost se oslanja s dvije točke po svakom vijku. Vijci su unikortikalni i posebno uobličene glave (20-22).

Razvojem „wave“, „bridge“ i LC-DCP pločica razvijaju se i minimalno invazivne kirurške tehnike „indirektne redukcije“ i „biological fixation“ čiji je cilj očuvanje koštane cirkulacije, poboljšanje cijeljenja i smanjenje učestalosti komplikacija (infekcija i refraktura) (22-27).

### 1.1.3.2 FUNKCIJA PLOČICA

#### • Neutralizacijska funkcija

To je najčešća funkcija pločice. Statička kompresija postiže se priteznim vijcima ili onim koji prolaze kroz pločicu. Nakon toga se postavlja priređena neutralizacijska pločica. Ona zaštićuje osteosintezu, neutralizira sile torzije, smika i savijanja.

#### • Statička kompresija

Pločica aksijalno komprimira prijelom s pomoću vlaka postignutog za vrijeme operacije i pretežno je indicirana na gornjim ekstremitetima

#### • Dinamička kompresija (obuhvatna sveza s pomoću pločice)

Pločica preuzima sve sile vlaka, tako da na mjestu osteotomije djeluju još samo aksijalne sile pritiska. Nije indicirana kod svježih prijeloma.

#### • Potporna funkcija

Pločica zaštićuje tanki kortikalis ili spongioplastiku od raspada. Indicirana je posebno kod epifiznih i metafiznih impresijskih prijeloma.

#### • Funkcija premoštenja („bridge“ i „wave“ pločice)

Primjenjuje se u višeivernih prijeloma dijafize.

### 1.1.3.3 VRSTE PLOČICA

**Ravne pločice** , prema obliku otvora za vijke, mogu biti: s okruglim otvorom (za aksijalnu kompresiju potreban priteznik) i dinamičko-kompresivne pločice (DCP).

DCP pločice specijalno dizajniranim oblikom otvora za vijke i pomoću ekscentrične vodilice za bušenje kosti, omogućavaju izravnu aksijalnu kompresiju ulomaka bez priteznika. Sve su pločice izrađene u različitim dužinama, širinama, ali i dimenzijama otvora, tako se mogu kombinirati s vijcima promjera 4,5 mm, 3,5 mm, 2,7 mm, 2,0 mm i 1,5 mm. Nedostatak je ove pločice indukcija osteoporoze, stvaranje sekvestara i slabljenje kosti osobito u višeiivernih prijeloma. Tako se povećava opasnost nastanka refrakture (11).

Pravokutni poprijčni presjek DCP pločice inducira stvaranje koštanog nasipa koji “privlači” povećana mehanička naprezanja. Maksimalni nagib vijka u DCP pločici iznosi 25°, čime je otežana kompresija nekih kosih lomova. Uvrtnjem vijaka u DCP pločici nastaje oštećenje metala zbog trenja, a smanjuje se aksijalna kompresija.

**Žliabaste pločice** mogu biti, polovinske (s vijcima promjera 4,5 mm), trećinske (vijci promjera 3,5 mm) i četvrtinske (vijci promjera 2,7 mm). Iako je njihova krutost nešto slabija, one zbog svog oblika bolje leže na kosti, čime je poboljšana stabilnost, posebno kod rotacijskih mikropokreta.

**Tubularne i rekonstrukcijske pločice** ravne su pločice posebnog oblika.

**Specijalne pločice** primjenjuju se u području metafiza i epifiza. Ima ih različitih oblika ovisno o anatomskom obliku prelomljenog dijela kosti.

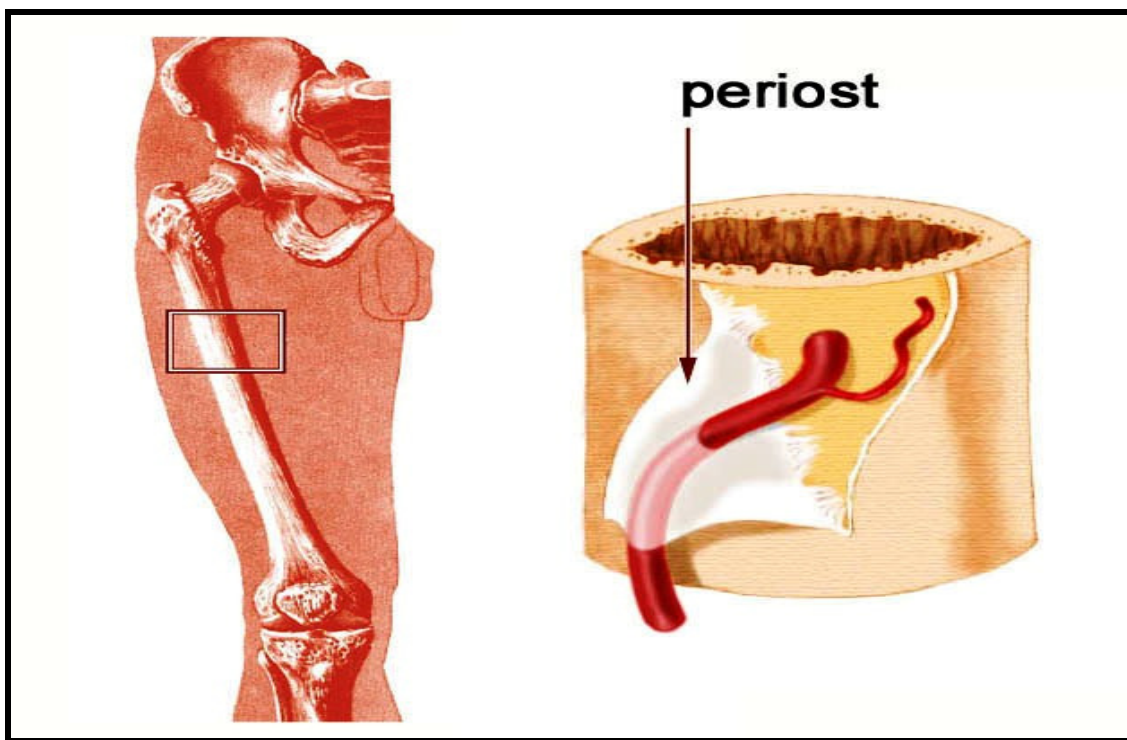
**Kutne pločice** isključivo se koriste u području proksimalnog i distalnog kraja bedrene kosti. Svojim “U” profilom sječiva i fiksnim kutom prema nastavku ploče, daju dobar neutralizacijski oslonac za cijeljenje lomova u navedenim regijama.

#### **Pločice smanjenog koštanog kontakta (LC-DCP i PC-Fix, LCP)**

Posebnost ovih pločica čine smanjenje površine kontakta pločice na kost (manje smetnje cirkulacije korteksa), cijeljenje prijeloma sekundarnim kalusom, trapezoidni poprečni presjek (koštani nasip je niži i širi), simetrična geometrija rupa (bolje zbrinjavanje višeiivernih lomova). Uz to PC-Fix i LCP (engl. Locking Compression Plate) imaju novi oblik rupa u pločici i nov vijak. Sve ove pločice lakše je modelirati prema zakrivljenosti kosti (28,29).



## 1. 2. PERIOST

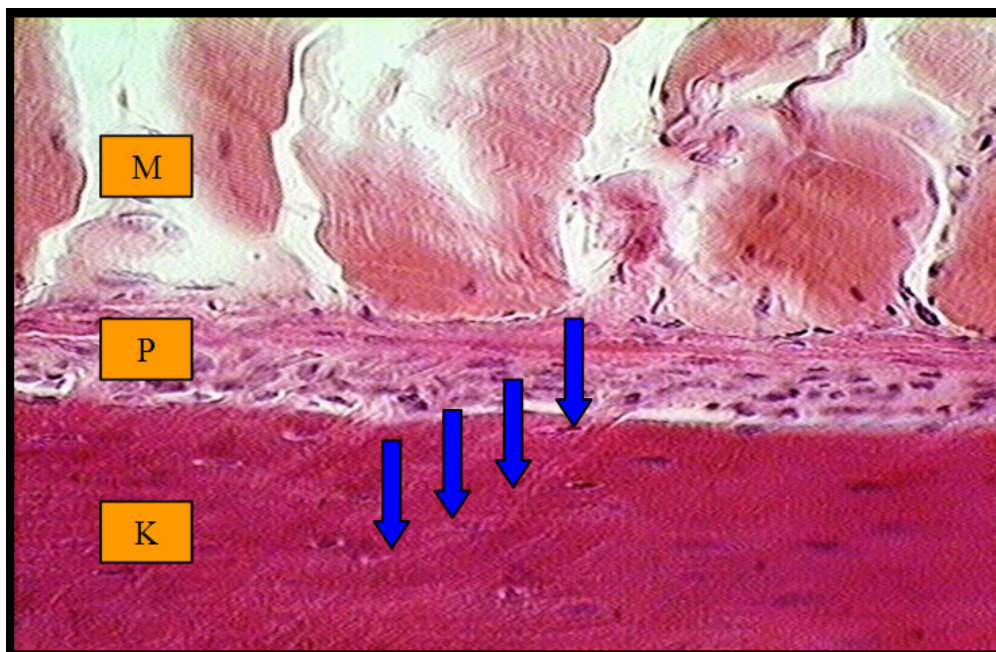


Slika 3. Periost i nutritivna arterija humanog femura

Periost (engl., lat. periosteum, pokosnica) je tanka vezivna membrana, koja pokriva vanjsku površinu kosti (osim sezamskih kostiju i patele)(slika 3). Uloga periosta u procesu cijeljenja kosti od velikog je kliničkog interesa. Saznanja o tim zbivanjima na razini frakturne pukotine i okolnim tkivima u novije su vrijeme znatno nadopunjena, trpeći pri tome stanovite korekcije.

### 1.2.1 ANATOMSKA SVOJSTVA PERIOSTA

Periost je specijalizirano vezivno tkivo, oblikovano u fibro-vaskularnu membranu. Ta dobro prokrvljena vezivna ovojnica, pokriva kosti, osim na zglobnim površinama i koštanim izbočinama-hvatištima tetiva i fascija. Periost i kost povezuju snopovi kolagenih vlakana (*Shapeyeva vlakna*) koji iz periosta prodiru u koštani matriks, a smjer im određuju sile vlaka (slika 4). Na mjestima velikog vlaka, ti snopovi penetriraju čitavu debljinu korteksa i tako postignu čvrst spoj tetiva i kosti (30).



Slika 4. Korteks (K), periost (P) i skeletna muskulatura (M). Snopovi kolagenih vlakana (*Shapeyeva vlakna*, plave oznake) iz periosta prodiru u koštani matriks. Preuzeo iz, *Wheater PR, Gurkitt HG, Daniesls VG. Functional Histology. Edinburg London Melburne and New York: Churchill Livingstone;1987, str. 39.*

U području dijafize dugih kostiju periost se lakše odvaja od površine kosti i prosječne je debljine 2-3 mm. Iako nešto tanji, čvršće je srastao na korteks meta i epifiza dugih kostiju.

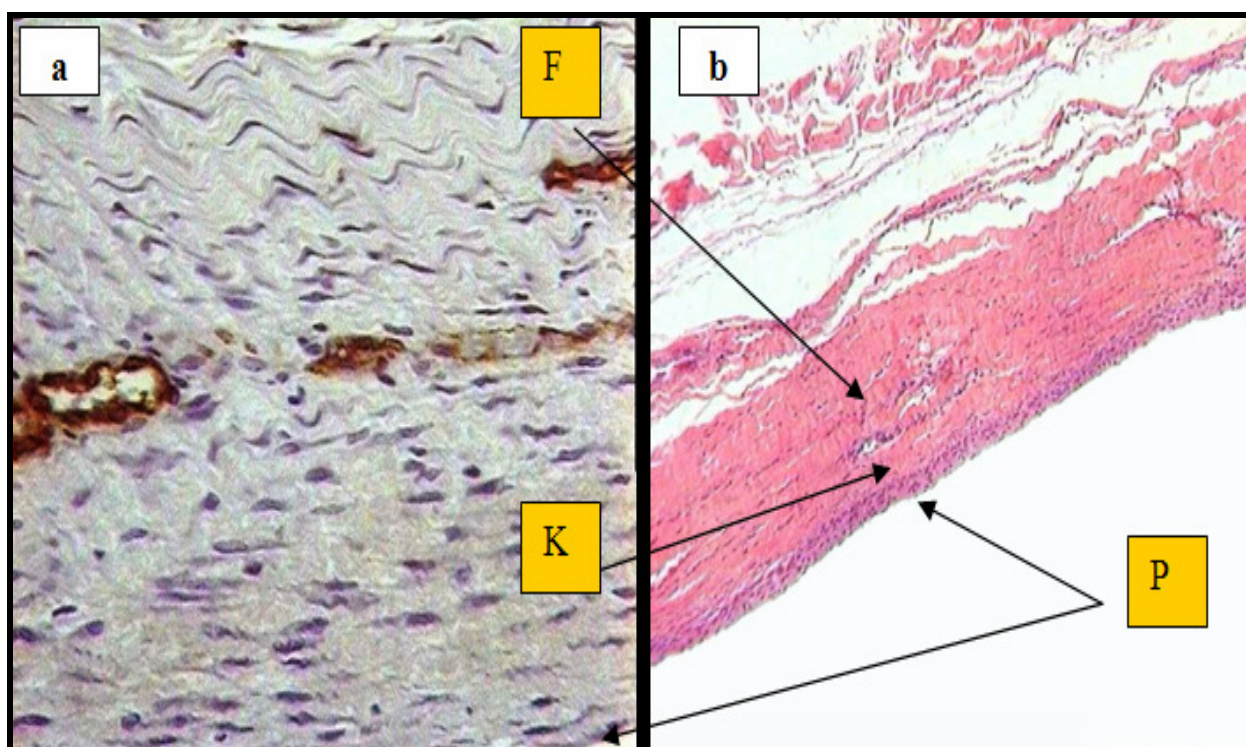
Glavno je obilježje dječje kosti da raste, ovijena elastičnim, ali čvrstim periostom. Tako u djece mogu nastati prijelomi kosti bez pucanja periosta (subperiostalni prijelomi) ili je očuvan periost uz konkavnu stranu prijeloma (prijelom zelene graničice)(31). Rastom i razvojem kosti, periost postepeno postane tanji, gubi čvrstoću i elastičnost (32). Posebice je osjetljiv na rastezanje i trganje, pa prijelom kosti u odrasloj dobi, prati pucanje periosta u istoj razini.

Periost je dobro opskrbljen limfnim žilama i živčanim vlaknima (33). Neki od tih živaca prenose osjete, a drugi su vazomotorni živci, odgovorni za tonus krvnih žila periosta. Osobita im je uloga kontrola prekapilarnih sfinktera i protoka kroz meta kapilare. Posebno su brojne osjetne niti za bol, što objašnjava intenzivnu bol koja prati ozljede periosta (34). Bušenje kosti u području metafize i epifize (građene od spongiozne supstancije, koja je presvučena tankim slojem kompaktne kosti) je iznimno bolno. Svrdlanje kompaktne kosti dijafize (građena uglavnom od kompaktne supstancije) bez anestezije (primjerice kod postavljanja vanjske ekstenzije), uzrokuje tupu bol. Ako se u području bušenja periost infiltrira anestetikom, postupak je gotovo u cijelosti bezbolan.

## 1.2.2. GRAĐA PERIOSTA

### 1.2.2.1. Mikroskopska građa periosta

Proširenost i građa periosta dugo nije bila u potpunosti određena, posebno na razini ultrastrukture i funkcionalnog ustrojstva. Izvornu podjelu u dva anatomska sloja dao je Tonna, 1965, a tek 1986, Tang i Chai jasno su razlučili osteogene stanice kambijuma od fibroblasta, fibroznog sloja (35, 36).



Slika 4. Periost tibije ovce

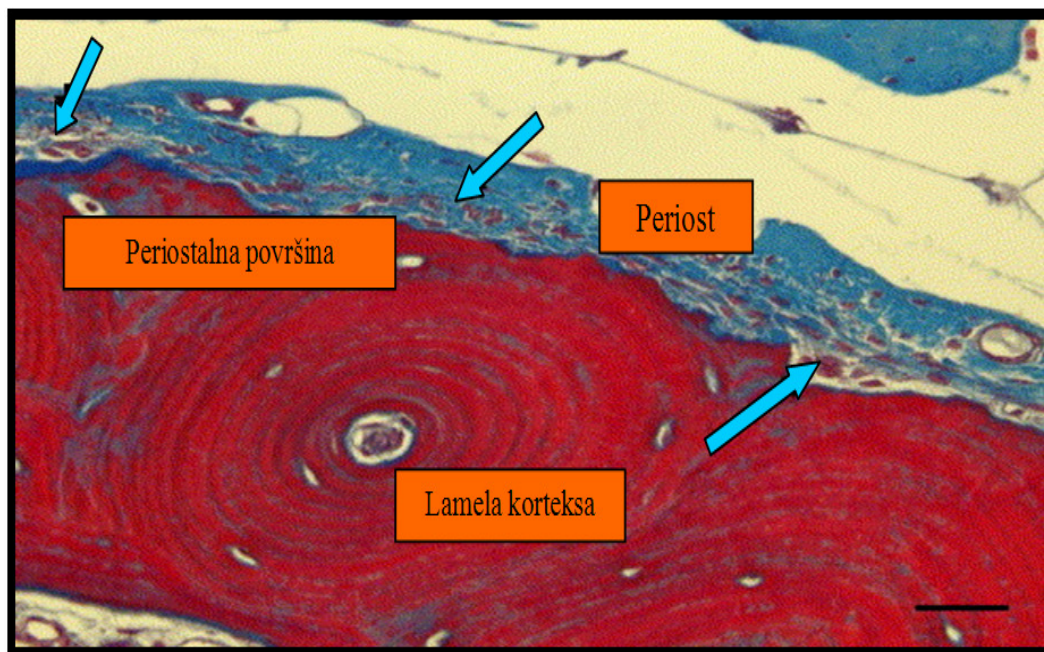
a) povećanje x 250, b) povećanje x 25. (P) površina periosta uz korteks, (F) fibrozni sloj periosta, (K) kambijum

Mikroskopski (slika 4); periost čine površinski čvršći, vezivni (fibrozni, građen od kolagenih i retikularnih niti) i dublji, proliferativni sloj (kambium), koji leži neposredno uz kost i sadržava osteoblaste i koštane prastanice (slika 5) (36-39).

Fibrozni sloj daje strukturalnu potporu i sigurno nema nikakvih osteogenetskih svojstava, niti joj je ikad koji autor pridavao takva svojstva. Kambium je sposoban da formira normalnu lamelarnu apoziciju kosti na korteksu kosti koja raste u širinu, te da formira abnormalnu strukturu, nezrele primarne kosti, kao reakcija na ozljedu. Radi njegovog intimnog kontakta s



korteksom, neki ga autori pribrajaju ne periostu već samoj kosti. Povijesno, ovaj sloj može se naći pod različitim nazivima.

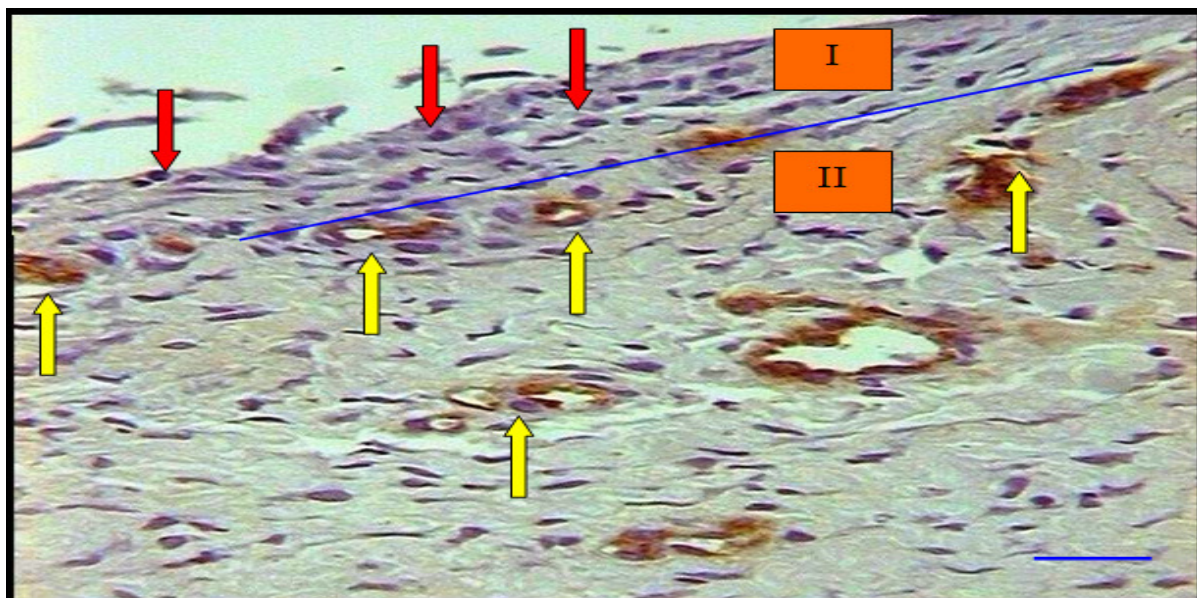


Slika 5. Periost dijafize humanog femura (♀, životna dob, 80 god.). Strijlice pokazuju krupne stanice periosta (osteoblasti i koštane prastanice) neposredno uz korteks. Bojenje Masson trichrom. Povećanje X 200. Oznaka dužine 25  $\mu$ m. Preuzeo iz Allen MR, Hock JM, Burr DB. Periosteum: biology, regulation, and response to osteoporosis therapies. Bone 2004;35:1003-12.

#### 1.2.2.2 Morfološka podjela periosta na zone

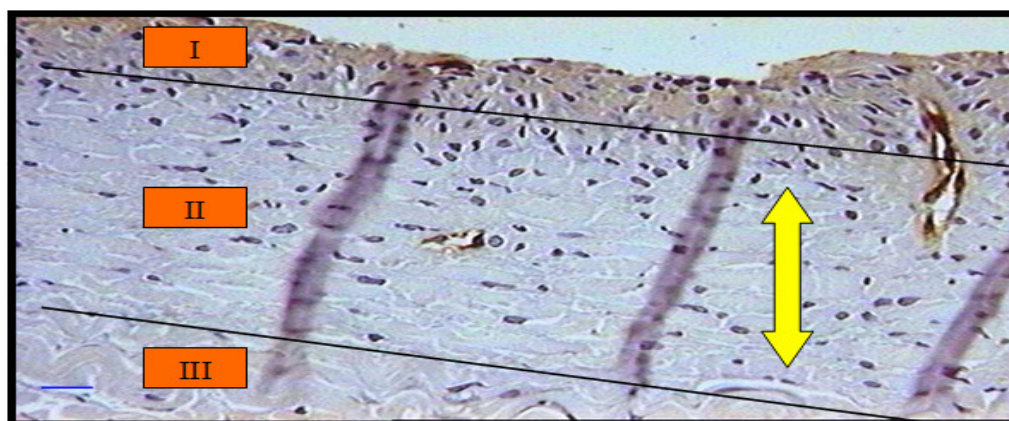
Prvu podjelu periosta na tri zone, dobro razlučivu svjetlosnim i elektronskim mikroskopom, dao je Squier 1990. god., proučavajući morfologiju periosta psa (40).

**Zonu I** najvećim djelom čine osteoblasti posloženi u sloj stanica koje se nalaze neposredno uz samu kost poput stanica jednoslojnog epitela (41). Uz nezrelu kost, tijekom intenzivne sinteze matriksa, osteoblasti su kubična oblika, posloženi u više slojeva, citoplazma im je bazofilna i sadrži mnogo alkalne fosfataze (slika 6) (42). Kada im se aktivnost smanji, vremenom se izdužuju, a bazofilija citoplazme opada. Supraosteoblastično najčešće je sloj sitnih, vretenastih stanica s oskudnim endoplazmatskim retikulumom, sličnih fibroblastima. To su koštane prastanice (osteoprogenitorne stanice). Diferencijacijom ovih stanica nastanu osteoblasti. Od vezivnih vlakana prevladavaju kolagena, fibroblasta je u ovoj zoni malo, a krvnih žila gotovo da i nema (43). Ovo je najtanji dio periosta. (lat. stratum germinativum periosta).



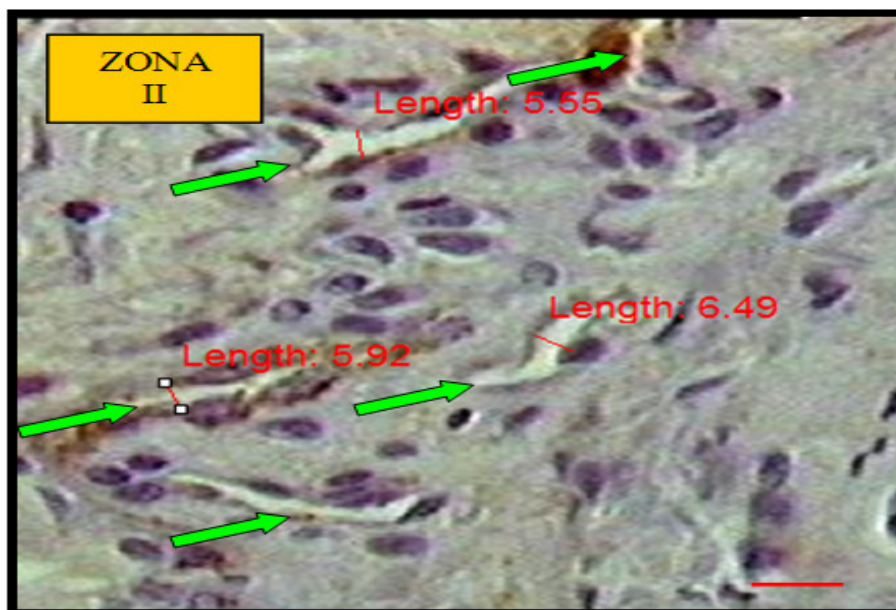
Slika 6. Periost tibije ovce. Zona I. Bazofilija više slojeva nepravilno položenih osteoprogenitornih stanica (crvene oznake) germinativnog sloja periosta prelazi u Zonu II (plava crta). Zona II. Transparentna zona sa kapilarama (žute oznake) građena od amorfne međustanične tvari i fibroblasta. Oznaka dužine 15  $\mu$ m. Bojenje hemalaun-eozinom. Imunohistokemijsko bojenje faktorom von Willenbrand CD 31 i 34. Povećanje x 25

**Zona II** je relativno transparentna zona s kapilarama, najvećim djelom ju čini amorfna osnovna međustanična tvar (slika 7). Od stanica najviše je fibroblasta, pa kolagenih vlakana, a zajedno čine približno četvrtinu ovog dijela periosta. Fibroblasti su u ovoj zoni pravilno posloženi u tanke snopiće, tanje nego u drugim djelovima periosta (40).



Slika 7. Podjela periosta tibije ovce u tri zone. Zona II (žuta oznaka) transparentna zona građena od amorfne međustanične tvari i fibroblasta ujednačena promjera. Oznaka dužine 15  $\mu$ m. Bojenje hemalaun-eozinom. Imunohistokemijsko bojenje faktorom von Willenbrand CD 31 i 34. Povećanje x 25





Slika 8. Zona II periosta tibije ovce, transparentna zona sa kapilarama (zelena oznaka). Promjer kapilara 5.55 do 6.49  $\mu\text{m}$ . Oznaka dužine 15  $\mu\text{m}$ . Bojenje hemalaun-eozinom. Imunohistokemijsko bojenje faktorom von Willenbrand CD 31 i 34. Povećanje x 250

Krvnih žila u ovom dijelu ima dosta, najvećim djelom su to kapilare (slika 6 i 8). Zajedno sa gustom mrežom kapilara, u ovoj zoni nalazimo i obilje endotelnih pericita. Periciti su stanice koje su u kontaktu sa kapilarnom endotelnom stanicom, a posjeduju potencijal diferencijacije u brojne tipove stanica, uključujući i osteoblaste (44,45). Te stanice su dodatni izvor osteoprogenitornih stanica periosta i imaju značajnu ulogu u procesu cijeljenja periostalnog kalusom. Kultura pericita mineralizira in vivo uvjetima uz produkciju alkalne fosfataze i proteina koštanog matriksa (osteocalcin, osteonectin, osteopontin i koštane sialoproteine)(42). Periciti pokazuju osjetljivost na BMP i paratiroidni hormon (45,46).

U ovoj zoni su simpatička živčana vlakna značajno veće gustoće nego u koštanom tkivu (34). Amorfnu međustaničnu tvar i fibroblasti slaba su afiniteta za histološka bojenja, pa je ovaj dio periosta mikroskopski manje upadljiv (slabije vidljiv, svjetliji) i najčešće se zajedno s zonom I zove kambium. Jedini protein, koji je u periostu u značajno većoj količini nego u kosti, je periostin (47,48). Pretežno je smješten u preosteoblastima koji ga luče u ekstracelularni matriks. Originalni mu je naziv OSF-2, a najviše ga nalazimo u prijelomom pobuđenom periostu. Sinteza periostina se učestvostruči tijekom prva tri dana po prijelomu kosti (48). Ta visoka razina periostina opada kako napreduje diferencijacija osteoprogenitornih stanica i aktivnost osteoblasta. Periostalna biologija sinteze i uloge periostina još je nejasna. No čini se da je odgovoran za uzajamno djelovanje stanica i međustaničnog matriksa, a kao posrednik mehaničkih zbivanja na razini periosta (47,49).

**Zonu III**, čine stanice fibroblasta izmiješane s brojnim kolagenim vlaknima u oskudnoj međustaničnoj tvari (slika 7). Krvnih žila je malo, najčešće su to kapilare građene od endotela i bazalne membrane. To je mikroskopski dobro uočljiva zona zbog velikog udjela kolagenih

vlakana i njihove prijemljivosti za većinu histoloških boja. Najvažnija su svojstva kolagena čvrstoća, nerastezljivost i netopivost (50). Ova se vlakna razlikuju od debelih u raznim pravcima usmjerenih snopova vlakana submukoze i hipodermisa, i najvećim djelom su posložene u tanje snopiće nježnih kolagenih niti neodređena smjera (38,40). Zona III, običajno se zove fibrozini sloj periosta (lat. stratum fibrosum). Prva zona je relativno tanka, a zone II i III su uvijek višestruko deblje.

Ova značajna kvantitativna razlika u građi periosta u tri zone postojana je bez obzira na regiju kosti koju pokriva, a ukazuje na stalnu mikroanatomiju periosta (40,48,51). Danas je posve jasno da morfološka slika periosta ne ovisi samo o vrsti, već i o njenoj životnoj dobi. Mikroskopski raspored staničnih i fibroznih dijelova samo su trenutna slika funkcionalnog statusa i stanične aktivnosti periosta. Starenjem periosta smanjuje se veličina, broj i različitost stanica, a raste veličina i debljina kolagenih niti (52). Stanična gustoća kambijuma trostruko je veća nego fibroznog sloja, ali omjer je stalan i nije uvjetovan starenjem. Ukupna debljina periosta rastom i starenjem postaje manje apsolutne, ali i relativne vrijednosti obaju slojeva (32,48,51). Brojnost krvnih žila starenjem periosta se smanjuje, ali je zadržana reaktivnost umnažanja u uvjetima opterećenja kosti i cijeljenja prijeloma.

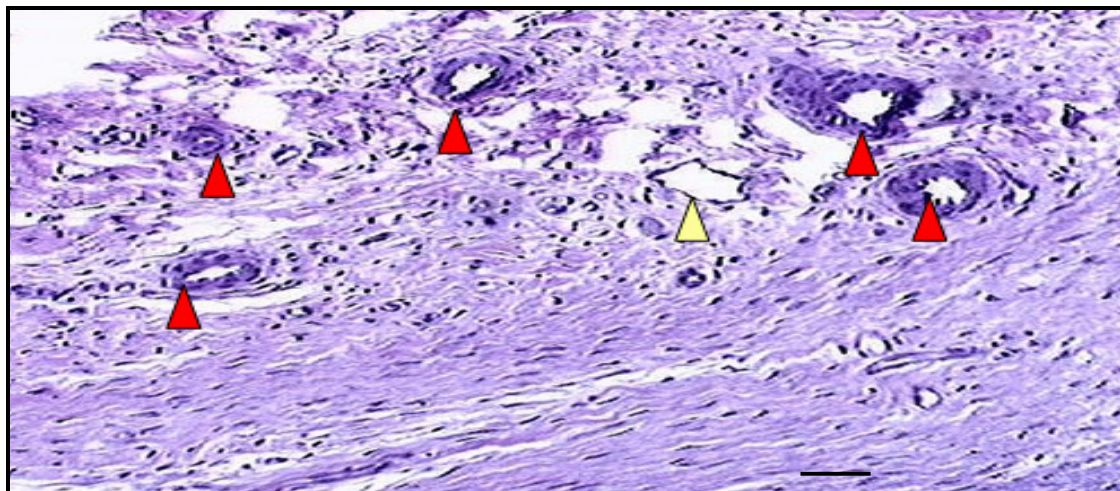
Glavno obilježje morfoloških promjena nastalih starenjem periosta je višestruko gotovo dramatično smanjenje ukupnog broja stanica kambijuma. Tako biološki oslabljen periost malog je reparatornog potencijala i usporena odgovora na hormone i cistokine (prijelomi duže cijele, a komplikacije su češće).

### **1.2.3 PERIOSTALNA CIRKULACIJA**

#### **1.2.3.1 UVOD**

Funkcija je cirkulacije zadovoljavanje tkivnih potreba: prijenos hranljivih tvari do tkiva, odnošenje otpadnih proizvoda, prijenos hormona, iz jednog dijela tijela u drugi, te općenito održavanje prikladne okoline u svim tjelesnim tekućinama potrebne za optimalno preživljavanje i funkciju stanica. Premda krvne žile svakog tkiva u tijelu imaju svoje zasebne osobine, neka opća načela o funkciji krvožilnog sustava vrijede za sve dijelove cirkulacije.

Arterije dovode krv pod visokim tlakom u tkiva. Zbog toga imaju jake stjenke, a krv u njima protječe brzo. Arteriole su krajnji mali ogranci arterijskog sustava, a djeluju poput kontrolnih ventila kroz koje se krv propušta u kapilare. Imaju snažnu mišićnu stjenku pomoću koje se mogu potpuno zatvoriti ili višestruko proširiti i tako, ovisno o tkivnim potrebama, znatno promijeniti dotok krvi u kapilare (slika 9).



Slika 9. Periost dijafize tibije ovce. Arteriole zadebljale stjenke (crvene oznake), vene tanke stjenke (žute oznake). Oznaka dužine 20  $\mu\text{m}$ . Bojenje hemalaun-eozinom. Povećanje x 25

Funkcija je kapilara izmjena tekućine, hranljivih tvari, elektrolita, hormona i drugih tvari između krvi i međustanične tekućine. Da bi mogle obaviti tu ulogu, kapilarne stjenke vrlo su tanke i sadrže brojne sitne kapilarne pore koje su propusne za vodu i za tvari male molekularne mase (53). Venule prikupljaju krv iz kapilara, te se postupno spajaju u sve veće vene. Vene služe za prijenos krvi iz tkiva natrag u srce. Uz to, što je isto toliko važno, one djeluju kao glavni spremnik krvi. Budući da je tlak u venskom sustavu vrlo nizak, venske su stjenke tanke, no ipak s dovoljno mišića koji omogućuju njihovo stezanje i širenje.

### 1.2.3.2 TEORIJA CIRKULACIJSKE FUNKCIJE

Protok krvi kroz svako tkivo gotovo je uvijek točno usklađen s tkivnim potrebama (54). Kad su tkiva aktivna, potreban im je mnogo veći krvni protok nego kad miruju; katkad čak 20 do 30 puta veći nego u mirovanju. Povećanje protoka kroz neko tkivo ne može se ostvariti jednostavnim protokom u cijelom tijelu. Umjesto toga, mikrocirkulacija u svakome tkivu neprekidno nadgleda krvne potrebe, poput raspoloživosti kisika i hranljivih tvari te nagomilavanja ugljikova dioksida i otpadnih proizvoda tkiva. Oni, pak, izravno djeluju na lokalne krvne žile izazivajući njihovu dilataciju ili konstrikciju, te tako kontroliraju lokalni krvni protok točno u skladu s tkivnim aktivnostima. Tkivnom nadzoru nad protokom krvi pridružuje se i živčani nadzor cirkulacije dodatnim lokalnim specifičnim učincima na krvne žile.

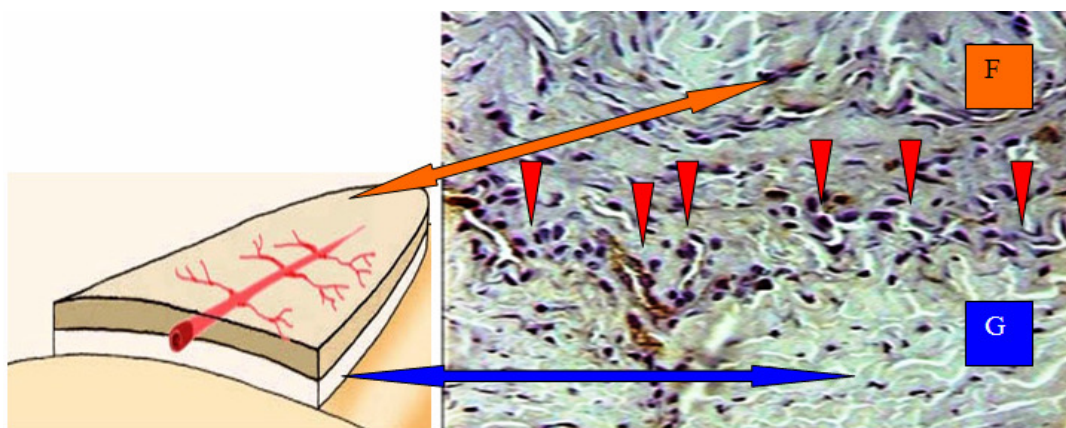
### 1.2.3.3. CIRKULACIJA PERIOSTA

Periostalna cirkulacija je važan dio krvožilnog sustava koštanog tkiva. Vitalnost periosta održavaju četiri sustava krvnih žila (55).



### **Intrizički periostalni sustav**

Intrizički periostalni sustav glavninom je položen između kambiuma i fibroznog sloja, a najvećim djelom u Zoni II (slika 10) (55). To su terminalne grane arterija nutritivnog periostalnog sustava. Građen je kao mreža uzdužno i cirkulatorno usmjerenih krvnih (arteriola, kapilara i venula) i limfnih žila, povezanih kratkih prinosnica bez pretežitog smjera (slika 11) (55-57).

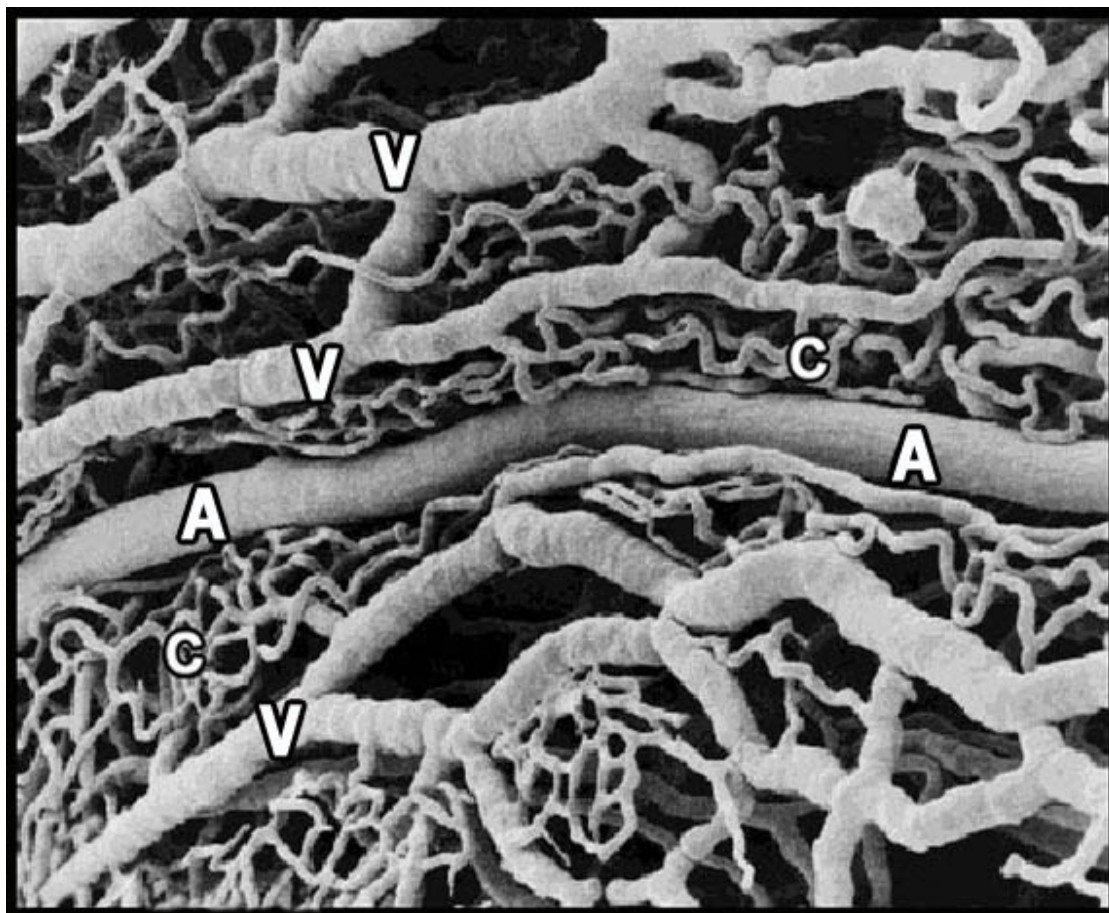


Slika 10. Položaj intrizičkog periostalnog sustava, između (G) germinativnog i (F) fibroznog sloja

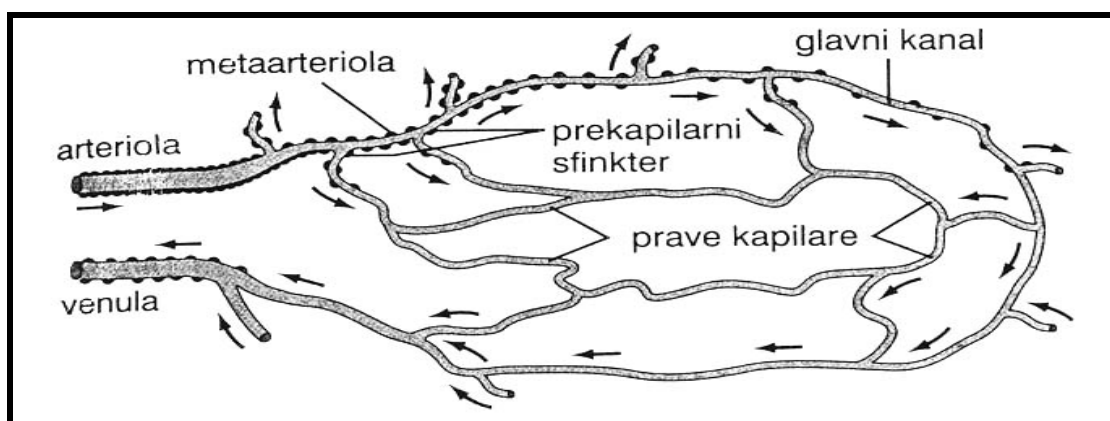
Arteriole su najmanji ogranci arterijskog stabla. Budući da prelaze u kapilare, zovu se i prekapilarne arterije. Promjer njihova lumena iznosi 10-20  $\mu\text{m}$ . Arteriole se granaju dva do pet puta, a kad prelaze u kapilare promjer im je 5-9  $\mu\text{m}$ . Uz intimu, građenu od endotela, i ne uvijek dobro formiranu membranu elastiku internu, mediju čini jedna do pet slojeva kružno postavljenih glatkih mišićnih stanica. Adventicija je slabo izražena.

Krvne kapilare najtanji su ogranci žilnog sustava. Prosječna im je dužina oko 1 mm, a promjer 4-10  $\mu\text{m}$ . Tako je prosječni volumen jedne kapilare oko 40  $\mu\text{m}^3$ . Brzina je protoka oko 0,1 m/sec (53). Kapilare su građene od jednog sloja izduženih i endotelnih stanica, međustaničnih pora i prekapilarnog sfinktera. Ovaj prsten glatkih mišićnih stanica kontrolira protok, autoregulacijom, prema metaboličkim potrebama tkiva. Kapilare nemaju glatkih mišićnih stanica. Endotelna stanica ima debljinu jednog mikrona, duge su 10-150  $\mu\text{m}$ , a njihova širina je raznolika. Lumen oblikuje jedna, dvije ili tri endotelne stanice. Poredane su u neprekidnom nizu pa tako obuhvaćaju lumen, tj. tvore cijev bez otvora (pora). Izvana su cijelom dužinom okružene bazalnom membranom (lat. lamina basalis) koju čini mreža retikulinskih vlakana). Perciti su u kontaktu s endotelnim stanicama, a oblažu vanjsku površinu bazalne membrane. Tako su građene (endotel bez pora i intercelularnih otvora) kapilare pluća, mišića, vezivnog tkiva i periosta.

Kapilare često oblikuju prostornu mrežu u koju krv pritječe iz više arterija. Na slici 12. prikazana je građa tipičnog kapilarnog korita (54,58).



Slika 11. Vaskularni razmještaj periostalnih krvnih žila kosti štakora. Kapilarna mreža (c) leži između arterija (A) i vena (V). Objektiv x 150. Preuzeto iz Pnnarale L, Morini S, Dubaldo E, Gaudio E, Marinzzi G. SEM Corrosion-Cast Study of the Microcirculation of the Flat Bone the Rat. The Anatomical Record 1997;247:426-71.



Slika 12. Građa tipičnog kapilarnog korita. Preuzeto iz Zweifach: Factors Regulating Blood Pressure. New York: Joshiah Macy, Jr., Foundation. 1950, str.67.

Krv ulazi u kapilare kroz arteriolu, a napušta ih kroz venulu. Krv iz arteriola ulazi u niz metaarteriola (završne arteriole), čija je građa između građe arteriola i kapilara. Kada napusti metaarteriole, krv ulazi u kapilare, od kojih su neke široke (glavni kanali), dok su druge užje i zovu se prave kapilare. Metaarteriole nemaju kontinuiran mišićni omotač, nego ih glatka mišićna vlakna obaviju mjestimice, što na slici 12. prikazuju crne točke uz metaarteriole (59). Na mjestu gdje se prava kapilara odvaja od metaarteriole, glatko mišićno vlakno obično obavija kapilaru. To se vlakno zove prekapilarni sfinkter. On može otvoriti i zatvoriti ulaz u kapilaru.

Gustoća kapilara (engl. density) u tkivu proporcionalna je metaboličkoj aktivnosti tog tkiva i različita je od tkiva do tkiva. Tako je najbolje prokrvljen mozak, slijede bubrezi, jetra, srce, mišići, a kosti, masno i vezivno tkivo najslabije je prokrvljeno. Za periost nema egzaktnih podataka o gustoći kapilara (60). Protok krvi u kapilarama obično nije jednakomjeran. Naprotiv, krv teče na mahove, pri čemu se protjecanje uspostavlja i prekida svakih nekoliko sekunda ili minuta. Protjecanje je isprekidano zato što se metaarteriole i prekapilarni sfinkteri kontrahiraju na mahove. Tu pojavu zovemo vazomocija. Koncentracija kisika u tkivima, najvažniji je do sada poznati čimbenik, koji regulira vazomociju (53,54).

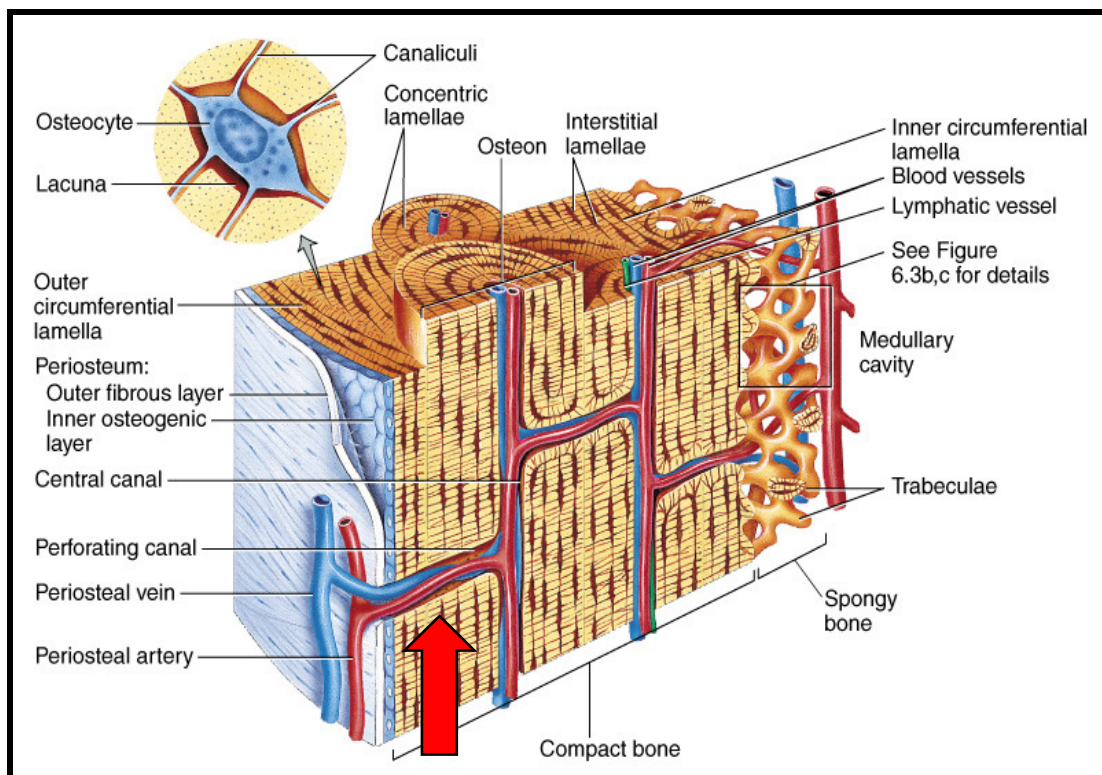
Vene imaju tanje stijenke nego arterije i zbog toga im je lumen često kolabiran, na preparatu spljošten i nepravilan. Stjenka je rahlije građe zbog veće količine veziva nego u arteriji. Slojevitost građe joj nije jasno izražena. Kolagena vlakna su obilnija, a elastična manje brojna i ne oblikuju pravilne naslage.

Limfne žile imaju stjenku nejasno slojevite građe, tanju od stijenke vene. Pojavljuju se kao izobličeni lumeni okruženi endotelom i tankim slojem tkiva. U manjim limfnim žilama stjenka je pretežno vezivna i ne sadržava mišićne stanice, samo veće limfne žile mogu sadržavati glatke mišićne stanice kružnog i uzdužnog toka.

### **Periosto-kortikalne anastomoze**

Arteriole periosta, pretežito uzdužnog smjera bez zamjetnog smanjenja promjera, tijekom prolaska preko površine korteksa, daju granu koja ulazi u kost. Gotovo u pravilu one se odvajaju pod pravim kutom u odnosu na glavni smjer. U vanjskoj trećini korteksa spajaju se u najbližem centralnom kanalu (vanjskog osteona) sa sustavom medularne krvne opskrbe (slika 13). Broj i promjer periosto-kortikalnih anastomoza progresivno se povećavaju od dijafize prema metafizama (61).

U nekim slučajevima ogranci periostalnih arteriola prolaze cijelu debljinu korteksa i opskrbljuju sinusoide i druge krvne žile medularnog kanala (62,63). Tako je izravno povezan sustav periostalne cirkulacije sa sustavom krvne opskrbe arterije nutritivne. Te periosto-kortikalne arteriole prate vene, što je karakteristično za sve sisavce, formirajući stalni prehrambeno drenažni sustav koštanog tkiva, odgovoran za preživljenje vanjskog korteksa kada mu je suprimiran nutritivni protok. Ova neobična vaskularna anatomija, osobito vanjske trećine kortikalne kosti omogućava reverzni protok iz periostalne mreže krvnih žila, i što je najvažnije održava vitalnost korteksa u uvjetima supresije medularnog sustava (slika 14).



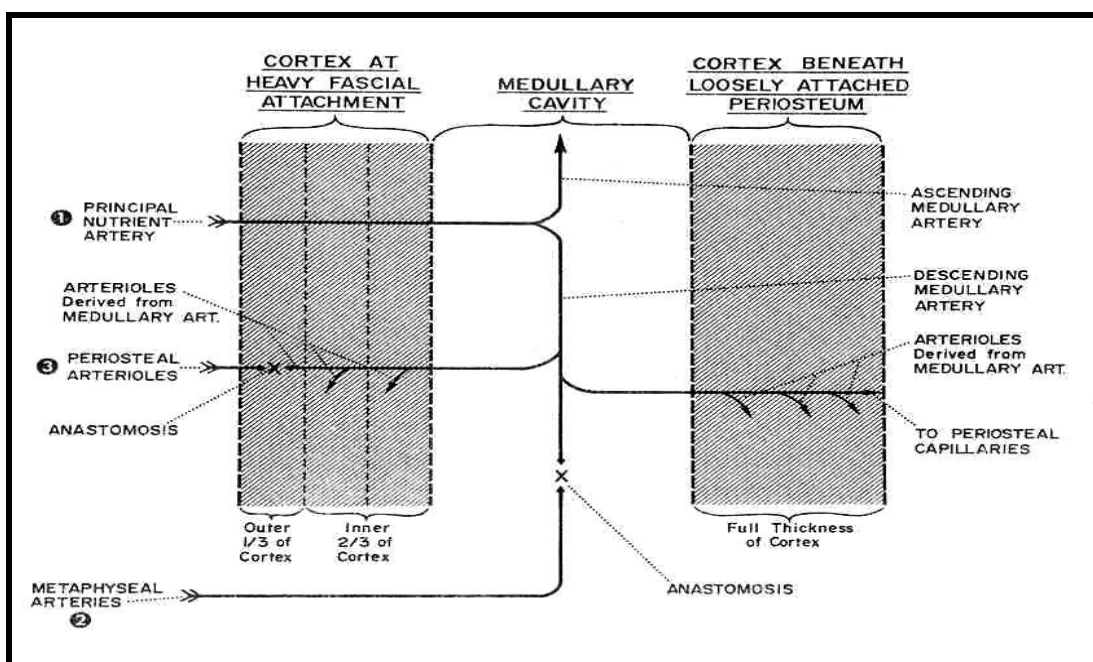
Slika 13. Krvna opskrba kompaktne kosti. Arteriola (crvena oznaka), periosto-kortikalna anastomoza povezuje periostalni i sustav krvne opskrbe arterijom nutricijom. Preuzeo iz Bone physiology, Basic Function, Sharon Simpson. Dostupno na <http://infochee.queensu.ca>, od 1.12.2004. god.

Krvne žile kojima je periost u vezi sa kortikalnom i medularnom cirkulacijom uvijek su tanke stjenke, bez mišićnih i vezivnih niti, pa se mogu klasificirati kao kapilare ili male arteriole (venule). Funkcija im je većinom drenaža krvi iz korteksa. U mirnim uvjetima ovaj sustav samo je mala komponenta aferentnog sustava dopreme krvi za korteks, i to uglavnom na mjestima čvrstih pripoja fascije na korteks.

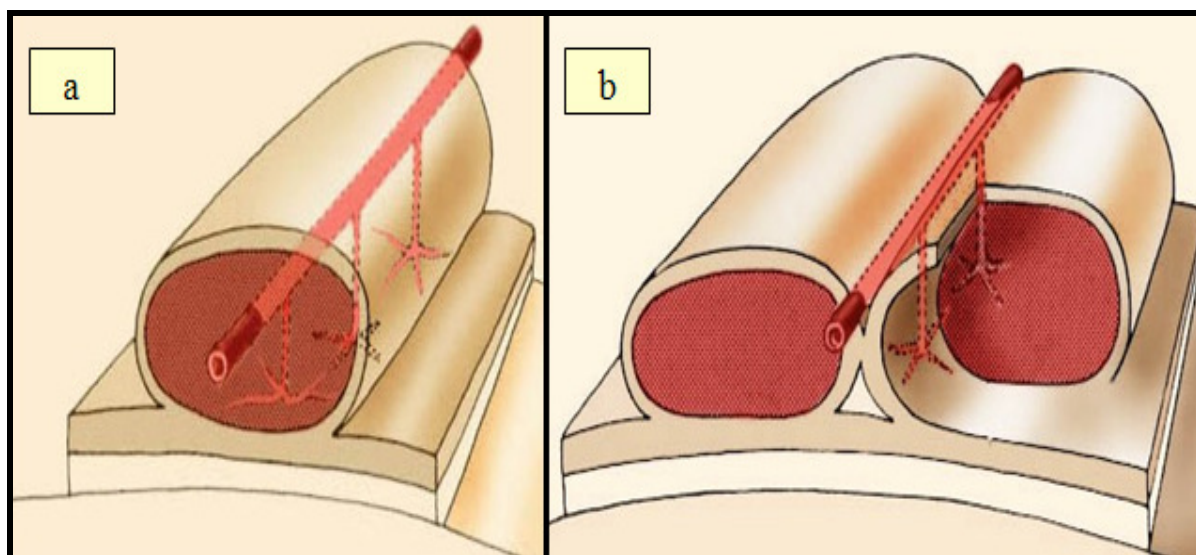
### **Muskulo-periostalne anastomoze**

Muskulo-periostalne anastomoze s okolnim segmentom mišića, mogu imati odsudno značenje u procesu stvaranja periostalnog kalusa (7,64). Osobito su značajne za krvnu opskrbu intrizičkog periostalnog sustava, posebno u uvjetima nedostatke dopreme krvi nutritivnim periostalnim sustavom. Ovojnice mišića dobro su prokrvljene, i u izravnom su kontaktu s fibroznim slojem periosta. Krvna opskrba mišićne ovojnice može biti iz centralne arterije mišića (slika 15a) ili ogranaka segmentalnih arterija (slika 15 b). Muskulo-periostalne anastomoze prema veličini krvnih žila dijele se na muskulonutritivne arterije (prate ih drenažne vene) i ne manje vrijedne anastomoze na razini kapilarne mreže (slika 16) (65).





Slika 14. Vaskularna anatomija dugih cjevastih kostiju. Preuzeto iz Reinelder FW. Circulation in bone. U: Biocemistry and Physiology of Bone, Vol. II, New York, Academic Press, Inc.1972, str. 219.

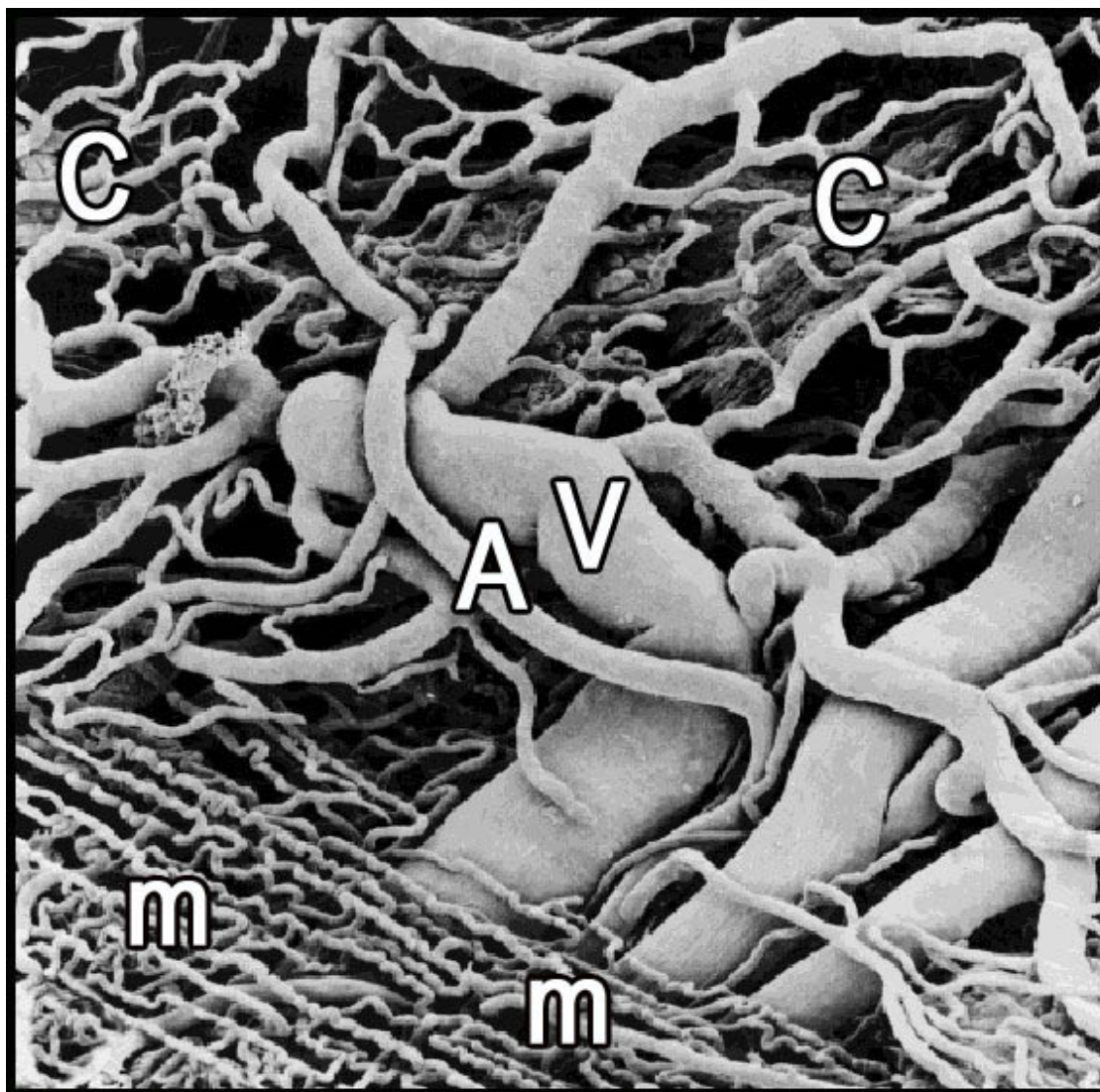


Slika 15 a, b. Muskulo-periostalne anastomoze, a) grane mišićne arterije, b) ogranci segmentalne arterije za mišićnu ovojnicu

### **Nutritivni periostalni sustav (fascioperiostalni sustav)**

Periost krvlju opskrbljuju ogranci više segmentalnih arterija. Raspored segmentalnih periostalnih arteriola se razlikuje od kosti do kosti, a zbog različita rasporeda hvatišta mišića i

fascija (62). Nutritivna arterijska krvna opskrba praćena je venskim sustavom tako da su uz svaku arteriju položene dvije prateće vene (66). Kao primjer segmentalne nutritivne periostalne krvne opskrbe razmotrimo nutritivnu angioarhitekturu periosta humane tibije. Nutritivni periostalni sustav tibije dijeli se u četiri područja (slika 16). Na kapilarnoj razini postoji izravna povezanost sva četiri područja krvne opskrbe periosta (67).

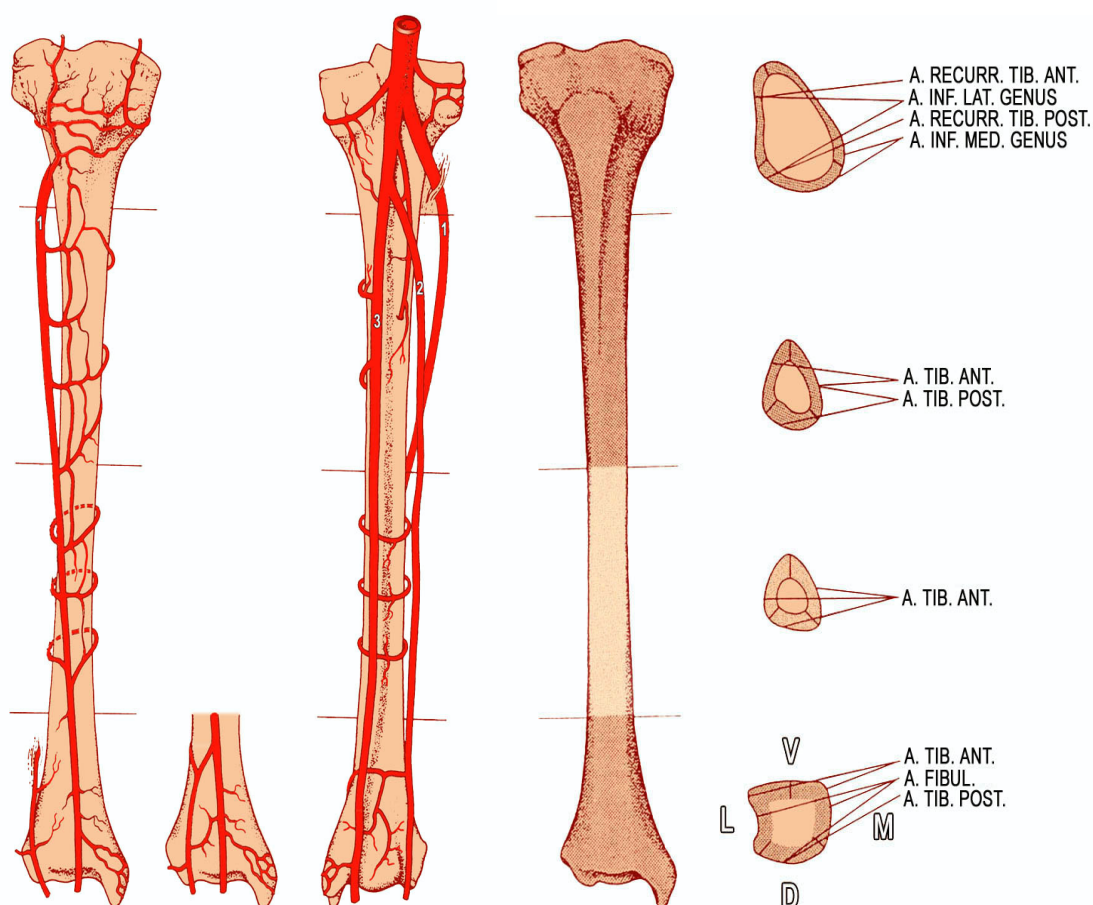


Slika 15. Odnos mikroskopskih krvnih žila periosta i mišića štakora. Periostalno (V) vensko stablo prati (A) arterije. Jasna razlika kapilarne periostalne (C) i (m) mišićne kapilare mreže. Objektiv x 150. Preuzeo iz Pnnarale L, Morini S, Dubaldo E, Gaudio E, Marinzzi G. SEM Corrosion-Cast Study of the Microcirculation of the Flat Bone the Rat. *The Anatomical Record* 1997;247:426-71.

U gornjoj četvrtini tibije, ventrolateralnu stranu periosta krvlju opskrbljuje a. recurrens tibialis anterior, grana a. tibialis anterior i a. inferior lateralis genus. Ventromedijalna strana

periosta opskrbljuje se krvlju iz a. inferior medialis genus, a stražnji dio a. inferior medialis genus, aa. recurrens tibialis posterior i a. inferior lateralis genus, grana a. poplite. U gornjoj dijafizi tibije, periost krvlju opskrbljuju u lateralnom dijelu 2-12 periostalnih grana a. tibialis anterior, pretežito položenih poprečno ili blago uzdužnim i kosim smjerom. Medijalna strana opskrbljena je periostalnim granama a. tibialis anterior i a. tibialis posterior, koja daje grane i za stražnji dio periosta u ovom dijelu tibije. U donjoj dijafizi tibije, periost krvlju opskrbljuje 3-5 periostalnih perforantnih grana a. tibialis anterior. Pretežiti smjer im je cirkularni, oko kosti, spajajući se na stražnjoj strani dajući vertikalne prenosnice. Donja četvrtina tibije krvnu opskrbu periosta dobiva iz a. tibialis anterior, a. fibularis i a. tibialis posterior.

Arterija tibialis anterior od odsudnog je značenja za krvnu opskrbu periosta tibije, osobito u području donje polovice dijafize. Tako je nutritivni periostalni krvni sustav distalne diafize humane tibije s medijalne strane opskrbljen samo kapilarnim ograncima a. tibialis anterior. To je područje osobitog kliničkog interesa s visokom učestalošću pseudoartroza (68). Periostalni cirkulacijski sustav nerazdjeljivii je dio krvne opskrbe kosti pa oštećenja periostalne cirkulacije smanjuju krvnu opskrbu korteksa (69,70).



Slika 16. Regionalna krvna opskrba periosta humane tibije;  
1. arterija tibialis anterior, 2. arterija fibularis, 3. arterija tibialis posterior

#### 1.2.3.4 REAKCIJA PERIOSTALNE CIRKULACIJE NA PRIJELOM KOSTI

Neposredno nakon prijeloma kosti, kidanja periosta i okolnih mekih tkiva, dolazi do burnih mikroskopskih i ultrastrukturnih promjena periostalne cirkulacije (71-75). Krvne žile mirne periostalne cirkulacije rijetko su razmještene preko cijelog periosta. Većinom su to kapilare, građene od dugih vretenastih endotelnih stanica, koje sadrže tamnu jezgru. Wrigths-Giemsas bojenje preparata mirnog periosta, može se pokazati da nema ekstrasvazacije krvnih stanica.

Tri sata poslije prijeloma, zamjećuju se prve promjene u morfološkoj slici periosta. Periferne krvne stanice razmještene su po matriksu u svim slojevima periosta. Njihova brojnost i raspodjela po slojevima periosta sve je jasnija. Najbrojniji neutrofili, koncentrirani su u prijelomnoj pukotini. Većina njihovih granula otpuštena je u ograničena područja matriksa.

Šest sati po prijelomu na standardnom bojenju još je izraženija ekstrasvazacija stanica, osobito u blizini prijelomne pukotine. Također je povećan broj stanica čije su granule rasute po matriksu.

Dvanaest sati od prijeloma vide se nakupine stanica velike optički gustoće, to su nepravilne, nezrele mikrokapilare. Unutar njih, vidi se po koji eritrocit. U isto vrijeme smanjen je broj krvnih žila normalna izgleda. Brojnost neutrofila i ekstracelularnih granula je sada postojana.

24 sata po prijelomu broj ovih stanica je manji, kao i broj normalnih krvnih žila, ali su česte nakupine nezrelih mikrokapilara.

Drugi dan od prijeloma izrazito opada brojnost neutrofila i ekstrasvazacije granula. Oba sloja su zadebljala, najjače uz mjesto prijeloma. I dalje su rijetke krvne žile, a nakupine nezrelih kapilara razmještene su po cijelom periostu.

Treći dan, vanjski sloj periosta neznatno deblji, stanice su tipični fibroblasti rahlog matriksa. Nejasne su granice između vretenastih fibroblasta vanjskog sloja i okruglih transformiranih stanica, jako zadebljalog germinativnog sloja. Nutarnji sloj (germinativni) se morfološki i prema boji matriksa može dijeliti u dvije zone, znatno manju uz mjesto prijeloma, sa siromašnim matriksom, koji se boji eozinofilno (roza), i distalnije od mjesta prijeloma sa obilnim matriksom, koji se boji bazofilno (svjetlo plavo). Nakupine optički gustih stanica (nezrele kapilare) nazočne su u obje zone, ali znatno više u unutarnjem debljem sloju. Normalne krvne žile, rijetko su nazočne u vanjskom sloju, a u unutarnjem gotovo da ih i nema.

Četvrti dan po prijelomu razlike distalnog i proksimalnog dijela unutarnjeg sloja periosta je očita. U proksimalnoj zoni stanice postaju okrugle, veće su, i okružuje ih eozinofilni matriks. U ovoj zoni nema krvnih stanica. U dijelu uz korteks začinje stvaranje hondroblasta i hrskavice. U distalnoj zoni veće površine matriksa ranije bojene svjetlo plavo sada se boje u crveno. Intenzitet bojenja raste s približavanjem korteksu. Veći dio ovih stanica odlikuje se naglašenim Golgi kompleksom, i čini se da predstavljaju aktivirani dio matriksa. Veće regije matriksa su i dalje bez krvnih žila, dok su u isto vrijeme nazočne u drugim regijama.

Peti dan po prijelomu proksimalna zona unutarnjeg sloja periostalnog kalusa još uvijek ima izgled hrskavice uz ujednačen matriks koji se jednolično eozinofilno boji. Tkivo je još avaskularno. U distalnoj zoni nazočna je spongiozna kost koju čine osteoblasti različite



veliĉine, sloŹeni u lakunarno formiran matriks, obojen plavo s toĉkastim crvenim mrljama. Unutar vezivnog tkiva formirani su mnogi vaskularni kanali. Svaki kanal ima jednu ili viŹe krvnih Źila i dosta perivaskularnih stanica, vretenasta do ovalan oblika, s odgovarajućim oblikom jezgre.

Šesti dan, vanjski sloj periosta se ne mijenja. Unutar distalne zone unutarnjeg sloja, spongioznu kost zamjenjuje trabekularna. Unutar proksimalne zone hondrociti su većeg obujma, a dio njih pokazuje početne znakove degeneracije. Tkivo hrskavice mijenja boju od ruŹiĉaste na ljubiĉastu.

Sedmi dan, distalna zona unutarnjeg sloja u potpunosti je građena od trabekula kosti. Proksimalna zona unutarnjeg sloja periostalnog kalusa sačinjena je od tkiva hrskavice koje je u tijeku zamjene koštanim tkivom, a brojni kanali sadrŹe krvne Źile i vretenaste perivaskularne stanice unutar ljubiĉasto obojenih ostataka erodirane hrskavice.

### **1.2.3.5 ULTRASTRUKTURA PERIOSTALNE CIRKULACIJE NAKON PRIJELOMA KOSTI**

Mikrocirkulaciju mirnog periosta ĉini mreŹa kapilara i venula građenih od endotelnih stanica i ponekog pericita (71). Neke od ovih krvnih Źila izdvajaju se povelikim endotelnim stanicama koje se nekarakteristiĉno izboĉuju u vaskularni lumen. Te su stanice poredane u kontinuitetu, a odlikuju se velikom jezgrom i rahlim perifernim kromatinom, kontrastno slabo prikazanim citozolom ispunjen brojnim organelama i malim mjehurićima. Njihova vanjska strana je obloŹena bazalnom membranom. Periciti sadrŹe velike jezgre s rahlim perifernim kromatinom. Oni su takoder obrubljeni bazalnom membranom. Staniĉna stjenka ovih stanica se vidi kao tanka, tamna, gusta crta debljine 10 nanometara. Bazalna membrana je svjetlija, manje gustoće i veće debljine (20-30 nanometara). U periostu samo endotelne stanice i periciti imaju bazalnu membranu.

Tri sata nakon prijeloma elektronskim mikroskopom moŹe se potvrditi ekstravazacija perifernih stanica, eritrocita, trombocita i leukocita. Uz to se mnoge granule isprazne u matriks, a ove promjene zamjetne su Wright-Giemsa bojenjem preparata periosta. U ovom periostu nema evidentnih izmjena ultrastrukture niti broja krvnih Źila.

Šest i dvanaest sati po prijelomu nema jasnih promjena broja i morfologije krvnih Źila.

24 sata po prijelomu, dolazi do promjena skoro svih krvnih Źila u periostu u oba sloja. Debljina stjenke krvnih Źila je u porastu, a promjer lumena opada. Ovo se događa zbog povećanog promjera, ali i broja endotelnih stanica i pericita. Citosol endotela i pericita je miran osim dramatiĉnog porasta broja ribosoma i poliribosoma. Obje stanice se preobliĉuju, prema nekim ultrastrukturnim znaĉajkama, u primitivne polimorfne mesenhimalne stanice. Mnoge od tih primitivnih mezenhimalnih stanica vezivnog tkiva, već su ušle u mitotićki ciklus diobe (umnaŹanja).

48 sata po prijelomu, skoro sve krvne Źile u oba sloja periosta, su preobliĉene, a periciti su u nekim od njih umnoŹeni i posloŹeni u viŹe slojeva, i sadrŹavaju brojne poliribosome i mikrofilamente. Manji dio pericita je ekstravazalno. Neredovito, katkada, ekstravazacijom peritocit zadrŹi dio svoje bazalne membrane. Ove stanice ograniĉene su širokim pojasom kolagenih vlakana.

Tri dana po prijelomu sve krvne žile imaju zadebljanu stjenku na račun povećanja endotelnih stanica i pericita.

Četiri dana po prijelomu, ultrastrukturalne promjene su karakteristične za preoblikovanje stanica distalne zone unutarnjeg sloja periosta u osteoblaste, a oni su položeni na primitivnu spongioznu kost. U proksimalnoj zoni unutarnjeg sloja stanice su preoblikovane u hondroblaste, a oni začinju sintezu hrskavičastog matriksa.

Četvrti dana po prijelomu, promjene krvnih žila proksimalne zone (područje), unutarnjeg sloja su po tipu umnažanja endotelnih stanica i pericita i njihova ekstrasvazacija. Neke od njih su zadržale pripadajući im dio bazalne membrane. Ovakve stanice su bez glikogena, ali njihov citozol sadrži umjeren broj mitohondrija, granuliranog endoplazmatskog retikuluma, Golgi aparata i mikrofilamenata. Stanična membrana često mjestimice neizgrađena, već čini spojni kompleks s drugom stanicom. Ove stanice sintetiziraju tanke, negrupirane nasumice usmjerene kolagene niti, koje se morfološki mogu svrstati u tip II, ili neki drugi tip već tip I. Mali broj mjehurića matriksa izmiješani su između kolagenih niti.

Peti dan po prijelomu unutar proksimalne zone mjestimično se može naći trag hondroblasta s pomoću zadržanog dijela bazalne membrane iz stjenke krvne žile. Transformirani pericit, zadrži dio bazalne membrane stjenke krvne žile i kada se odvoji od nje. Izolirana stanica od obližnje krvne žile ima ultrastrukturalne promjene u smislu polimorfne mezenhimalne stanice i hondroblasta u hrskavičastom matriksu odmah uz preoblikovane krvne žile.

Šesti dan, u distalnoj zoni unutarnjeg sloja periosta (kalusa), dolazi do zamjene spongiozne s lamelarnom kosti. Unutar avaskularne proksimalne zone unutarnjeg sloja periosta (kalusa), hondrociti su hipertrofirali, a najveći od njih pokazuju znakove degeneracije, u vidu intracelularnih mjehurića.

Sedmi dan od prijeloma kosti, unutar distalne zone unutarnjeg sloja periostalnog kalusa, zamjena spongiozne lamelarnom kosti je gotovo potpuna. Unutar proksimalne zone dolazi do stvaranja kosti enhondralnom osifikacijom.

## 1.2.4 ULOGA PERIOSTA

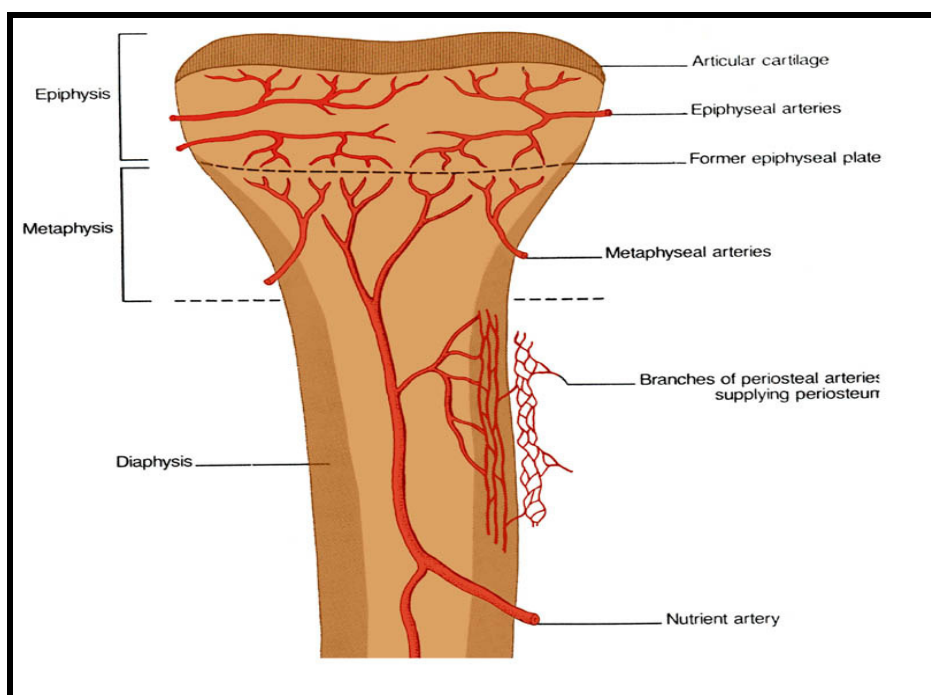
Dvije su temeljne funkcije periosta, **vaskularizacija korteksa** (metaboličko-nutritivna) i **osteogeneza** (reparatorna). Ništa manje nije vrijedna njegova uloga u apozicijskom rastu dijafize kosti (tj. rast kosti po obujmu). S mehaničkog gledišta periost povećava čvrstoću kosti i smanjuje mogućnost nastanka loma kosti.

### 1.2.4.1 METABOLIČKO-NUTRITIVNA ULOGA PERIOSTA

Tamo gdje je površina kosti prekrivena artikularnom hrskavicom nedostaje periostalna vaskularizacija. Dijelovi kosti čiji je veći dio površine artikuliran, kao npr. talus (gležanjaska kost), navikularna (skafoidna kost), kosti korpusa i glava bedrene kosti, imaju visok rizik od ishemijskog oštećenja nakon traume zbog nedostatka metaboličko nutritivne uloge periosta (68). Ta uloga periosta temelji se na specifičnostima krvne opskrbe kostiju.

### 1.2.4.1.1 KRVNA OPSKRBA DUGIH KOSTIJU

Kao primjer vaskularne anatomije i modela opskrbe duge cjevaste kosti predlažem tibiju. (slika 16). Duge kosti dobivaju krv iz četiriju izvora, međusobno povezanih brojnim premosnicama (75-78). Oblik i relativna važnost pojedinih sustava razlikuje se u odraslih i djece. Prestankom rasta kosti, zatvaranjem epifizne ploče, prestaje i njena neovisna krvna opskrba.



Slika 17. Vaskularna anatomija duge cjevaste kosti. Preuzeo iz Haim's Histology. Cormach DH. J.B. Lippincott Company Philadelphia, 1987, str. 314.

**1. Nutritivna arterija** zavojita je toka i ulazi kroz zaseban otvor u kosti. Ulazni kanal je dug i kos; tu nema ogranka, ali po ulasku u medularni kanal, grana se u gustu mrežu koja opskrbljuje korteks s medularne strane. Najčešće je to grana a. tibialis posterior, rijetko a. tibialis anterior. Dijeli se u dvije grane što idu prema suprotnim krajevima kosti, gdje se dalje granaju u području metafiza. Broj i raspored grana nutritivne arterije pokazuje malu varijaciju u sisavaca. Gotovo identičnu anatomiju imaju pas, zec, ovca i čovjek.

Uzlazna grana nutritivne arterije tibije poslije početnog tijeka ka medijalno i dole, čini prema gore dvije jednostruke ili dvostruke omče. U početnom dijelu odvajaju se brojne ravne grane koje poprečno prolaze kroz medularni kanal i ulaze u korteks. Dalje se dijeli u tri ili više uzlaznih grana koje idu ravno do epifize, međusobno se isprepleću ograncima. Ove su okružene sinusoidama i stanicama koštane medule. Prvim dijelom leže uz stjenku medularnog kanala, a potom se dijele u nebrojive fine ogranke koje dovode krv u metafizelanu stranu epifizne ploče. Svi terminalni ogranci formiraju u sloju degeneracije hrskavičnih stanica dugačku omču koja je odgovorna za stalni proces koštanog rasta u dužinu (61).

Silazna grana nutritivne arterije tibije u djece različita je tijeka u sisavaca i čovjeka. U djece se nejasno dijele u grane za fibularni (vanjski) i tibijalni (unutarnju) stranu korteksa za razliku od npr. kunića kod koga su potpuno jasno odvojena. Ove grane sve do metafize daju brojne ogranke koji prodiru u korteks. Glavna grana se dijeli u četiri ili više ravnih divergentnih grana koje su okružene gustom mrežom sinusoida, a terminalni ogranci završavaju u epifiznoj ploči na isti način kao i oni uzlazne grane.

**2. Lexerove jukstaepifizne žile (metafizalne arterije)** koje ulaze u metafizu duž hvatišne crte zglobne čahure. Metafize su građene od spongiozne kosti uz tek naznačen korteks. Spongiozna kost bogate je krvne opskrbe tako da nema problema sa cijeljenjem prijeloma u ovom području. Završni ogranci metafizarnih arterija ulaze u medularni kanal kao prenosnice sa sustavom nutritivne arterije. Ove prenosnice su od velikog značaja jer održavaju arterijsku opskrbu traumatski oštećene arterije nutricije (prijelom, kirurška tehnika osteosinteze).

Epifizne žile zamjenjuju jukstaepifizne u slučajevima kada se zglobna čahura veže za epifiznu.

### **3. Periostalne žile**, vidi poglavlje 1.2.3.3

Periosto-kortikalne anastomoze, smjer i veličina protoka dugo im je izučavana samo kliničkim studijama (55,76). Danas se zna da periostalna cirkulacija opskrbljuje arterijskom krvlju 70-80 % korteksa, a 90-100 % venske krvi drenira se periostalnom cirkulacijom ovisno o anatomsom položaju i regiji kosti (78-80).

## **1.2.4.1.2 VARIJACIJE KRVNE OPSKRBE KOSTI**

Aferentni vaskularni sustav krvne opskrbe kosti, u različitim uvjetima, mijenja funkcionalnu aktivnost u rasponu mirnog do pobuđenog (podraženog) stanja (81, 82).

Fiziološka stimulacija cirkulacije tibije ovce nastaje nakon prijeloma prednje noge i traje nekoliko tjedana, a nastaje zbog prekomjernog opterećenja zdrave noge (82). Gledano mikroradiografski podražaj rezultira punjenjem mnogo većeg broja krvnih žila nego u normalnim uvjetima. Stimulacija može biti i patološka, npr. tijekom cijeljenja prijeloma. Tada u kratkom vremenu, odmah po prijelomu, dolazi do vaskularnog odgovora. Ta velika razlika stimulirane i krvne opskrbe kosti u mirovanju posljedica je golemog potencijala trojnog sustava za povećanje krvne opskrbe korteksa. U fazi cijeljenja prijeloma, vaskularne potrebe prelaze potencijal trojnog sustava pa se razvija „patološka“ vaskularizacija. Novonastale krvne žile (angiogeneza) prate nutarnju strukturu kalusa, a bez njih je sraštavanje ulomaka nemoguće (82, 83).

## **1.2.4.1.3 POSLJEDICE PRIJELOMA NA KRVNU OPSKRBU KOSTI**

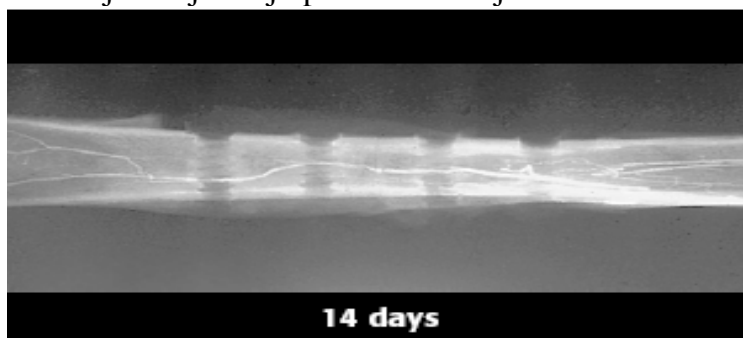
Brzina cijeljenja prijeloma izravno je ovisna o pomaku ulomka u trenutku nastanka prijeloma. Pomak se označava kao minimalan, umjeren i značajan. Uz značajan pomak ulomaka prijelom tibije rijetko zacijeli unutar 4 mjeseci, bez obzira koju metodu liječenja primijenili. Veći pomak ulomaka u trenutku nastajanja prijeloma prate značajnija oštećenja

krvne opskrbe kosti. U prijeloma bez oštećenja nutritivne arterije vaskularni uvjeti zacjeljenja ulomaka gotovo su idealni, osobito kada je očuvan i periost (subperiostalni prijelom). Eksperimentalno, minucioznom se tehnikom može načiniti osteotomija bez oštećenja nutritivne arterije. Takav prijelom cijeli endostalnim kalusom. Ako u procesu cijeljenja udio ne uzme i periost, izolirano endostalno (primarno) cijeljenje bit će produženo.

U trenutku prijeloma s potpunim prekidom kontinuiteta kosti, nastaje ozljeda nutritivne arterije. Ako je praćena kidanjem i odvajanjem periosta od sustava njegove krvne opskrbe, dolazi do evidentnih smetnji u cirkulaciji koštanih ulomaka u području prijeloma. Tako nastali uvjeti dovode do oštećenja svih sustava krvne opskrbe kosti i posljedičnih smetnji cijeljenja prijeloma. Dokaz je produženo cijeljenje u bolesnika kojima je cijeljenje periostalnim kalusom dodatno deprimirano postavljanjem osteosinteze pločicom. Isti prijelom solidno cijeli unutar tri mjeseca, ako izostane oštećenje cirkulacije agresivnim kirurškim postupcima. U kliničkoj praksi od velikog je značaja položaj prijeloma prema lokalnoj vaskularnoj anatomiji, osobito kod prijeloma s velikim pomakom ulomaka i slobodnim koštanim ulomcima.

Kada kod prijeloma endostalni kalus prvo nastane na proksimalnom ulomku, to ukazuje na očuvanu krvnu opskrbu nutritivnom arterijom u tom dijelu dijafize. Ako je prekinuta nutritivna arterija tako da oba ulomaka pokazuju nedostatnu opskrbu krvlju, tada glavna novih krvnih žila dolazi od periferno-periostalnog dijela, mnogo slabije iz medularnog kanala. Te nove krvne žile i hipervaskularizacija, vidljive su tako dugo dok traje remodeliranje kosti. U ovom stupnju razvoja cijeljenja prijeloma oblikovanje novog poretka krvnih žila u području prijeloma ista je u odraslih i djece, ali u odraslih zahvaća mnogo skućenije područje i puno je sporijeg tijeka. Kada su ulomci stabilni, gotovo u pravilu, kratko po prijelomu (2 tj.) dolazi do uspostave kontinuiteta nutritivne arterije (slika 18) (87). Suprotno tome, revaskularizacija centralne vene nikada se ne događa (zbog rezervnih pravaca drenaže).

Kako je reparatorna osteogeneza, intimno u vezi sa vaskularnom proliferacijom, prijelomi u području bogate opskrbe krvlju imaju bolju priliku da zacijele.

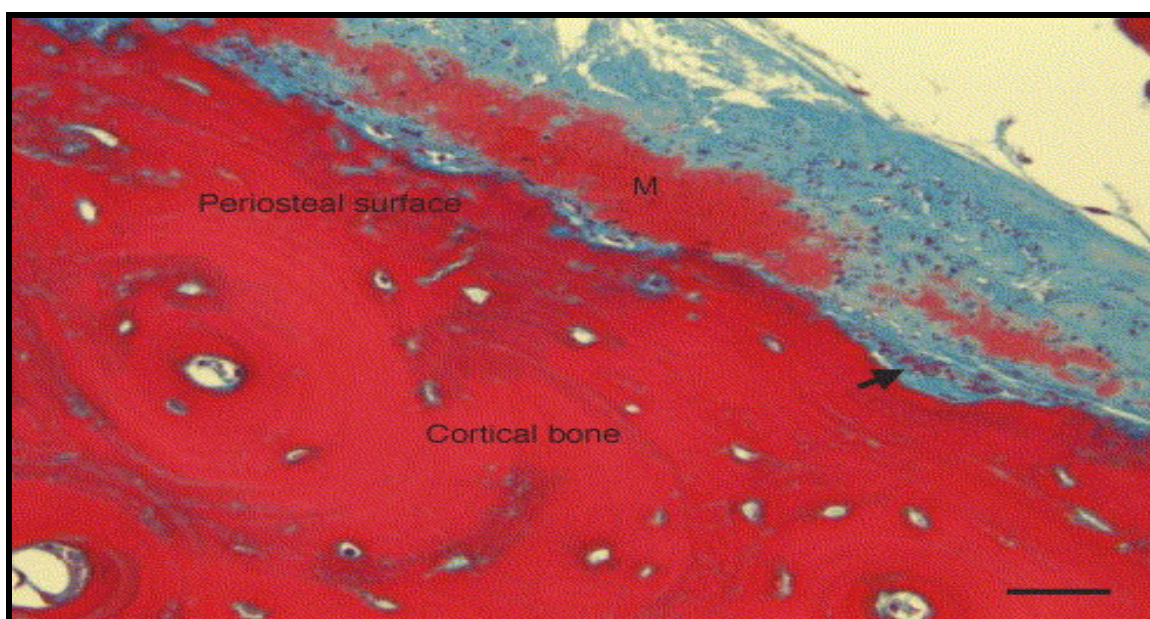


Slika 18. Angiografija tibije zeca, 14 dana nakon kompletnog prijeloma uspostava kontinuiteta nutritivne arterije. Obilan periostalni kalus nakon stabilne osteosinteze pločicom i vijcima. Preuzeo iz *Claes L. Biology and biomechanics in fracture management*. U: Rüedi ThP., Murphy WM, ur. *AO Principe's of Fracture Management*. Stuttgart, Now York: Thime; 2000, str. 24.

Kliničkim i eksperimentalnim studijama posve je jasno pokazano da prijelomi metaepifize tibije cijele najbrže, za razliku od područja prelaska srednje u distalnu trećinu dijafize koja je najoskudnije krvne opskrbe, pa prijelomi cijele sporije i češće nastaje pseudoartroza.

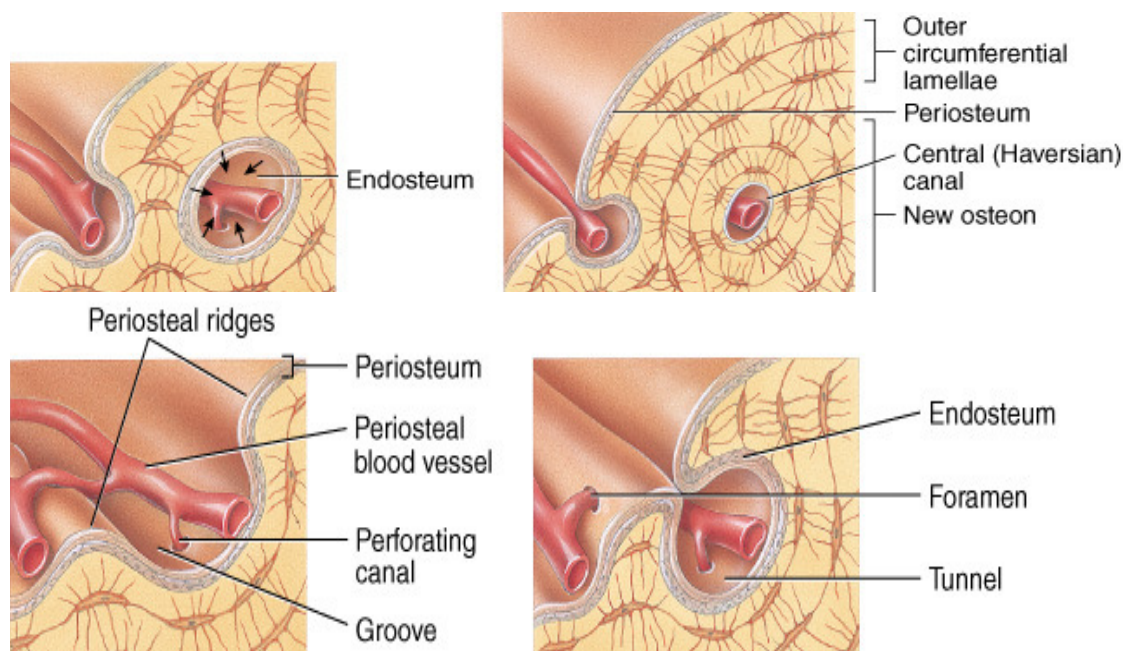
#### 1.2.4.2. ULOGA PERIOSTA U RASTU I RAZVOJU KOŠTANOG TKIVA

Glavno obilježje dječje kosti je da raste, a stalnim modeliranjem tijekom rasta mijenja se oblik kosti do izgleda odraslog čovjeka. Nema intersticijskog rasta kosti. Za uzdužni rast kosti odgovorna je epifizna hrskavična ploča, a za poprečni rast periost (88). Epifizna hrskavična ploča usporava uzdužni rast kosti ukoliko na nju djeluju sile tlaka, a ubrzavaju pod djelovanjem sile vlakna. Kada epifizna hrskavica prestane rasti, okoštavanjem se nadomješta koštanim tkivom. Nakon toga kosti više ne mogu rasti u duljinu, ali je rast u širinu i dalje moguć (89). Rast kosti po obujmu izravna je posljedica periostalne apozicije koštano tkiva (slika 19). Prekursori osteoblasta nalaze se u kambijumu, oni se dijele i tako nastanu djelatne stanice osteoblasti. Ovi sintetiziraju međustanični koštani matriks i kolagena vlakna, formirajući nizove uzvisina kojima optoče periostalne krvne žile. Tako nastaju koncentrične lamele oko tunela krvne žile, odnosno osteon (slika 20). Osim toga periostalna apozicija koštano tkiva, usklađena s djelovanjem endoosta, odsudna je za oblikovanje debljine samog korteksa.



Slika 19. Apozicijski rast vrata humanog femura. Strijelica pokazuje aktivne osteoblaste periosta. (M) mineralizirano tkivo korteksa. Bojenje Masson trichrom. Povećanje x 400. Oznaka dužine 25  $\mu$ m. Preuzeo iz Allen MR, Hock JM, Burr DB. Periosteum: biology, regulation, and response to osteoporosis therapies. Bone 2004;35:1003-12.





Slika 20. Apozicija koštanog tkiva s uraštanjem periostalnih krvnih žila u četiri faze. Preuzeo iz Bone physiology, Basic Function, Sharon Simpson. Dostupno na <http://infochee.queensu.ca>, od 1.12.2004. god.

#### 1.2.4.3 REPARATORNA ULOGA PERIOSTA

Osteogenetski potencijal kambijuma periosta je tako veliki da ga iskazuje i u kulturi stanica (pod određenim uvjetima)(90-92). Periost pokazuje posve dobar osteogenetski učinak i u uvjetima vaskulariziranog presadka i može se koristiti kao alternativa vaskulariziranom koštanom presadku (defekt kosti nakon traume, resekcije koštanog tumora i pseudoartroza). Histološkom i biokemijskom analizom na modelu dobro vaskulariziranog presadka periosta tibije u miša, najveća mu je aktivnost zabilježena krajem drugog tjedna po operaciji (93,94). Najdjelatniji osteogenetski kapacitet periost iskazuje na svom anatomskom smještaju (95). Stoga je uloga periosta u cijeljenju prijeloma dugo poznata i obilno korištena. Prekursori osteoblasta nalaze se u kambijumu pa periostalna hondrogeneza i cijeljenje prijeloma začinje se iz kambiuma (96,97).

Važnost mikrocirkulacije za osteogenetski učinak periosta dokazuju ultrastrukturalne promjene endotelne stanice kapilara i venula prvih nekoliko dana po prijelomu. Treći dan po prijelomu, kapilarne stijenke su zadebljale na račun povećanja i umnažanja endotelne stanice i pericita, koje se po ekstravazaciji transformiraju u osteoblaste.

### 1.2.4.3. 1 CIJELJENJE PRIJELOMA KOSTI

Ovisno o stupnju mirovanja koštanih ulomaka, kost će cijeliti primarno ili sekundarno, ili uopće neće zacijeliti.

#### **Primarno koštano cijeljenje**

Primarno koštano cijeljenje prisutno je kod anatomske pozicije ulomaka u uvjetima apsolutnog mirovanja nakon rigidne fiksacije (98). Ovisno o tome jesu li koštani ulomci u kontaktu ili među njima postoji pukotina, primarno koštano cijeljenje može biti kontaktno ili pukotinasto.

Kontaktno primarno koštano cijeljenje sastoji se od izravnog urastanja osteona iz jednog koštanog ulomka u drugi, kao nastavak stalnog remodeliranja koštanog tkiva (99). Uvjet za normalo koštano cijeljenje je uzajamno djelovanje osteoblasta i osteoklasta. Osteoklasti, koji se nalaze na vrhu osteona, otapaju koštano tkivo i stvaranju kanal u koji uraste krvna kapilara. Iz okolnog pluripotentnog vezivnog tkiva (i periosta) diferenciraju se osteoblasti koji stvaraju osteoid u koji se odlažu mineralne soli i stvara se lamelarna kost. Takvo se koštano cijeljenje nazivna Haversovom pregradnjom, sastoji se u istodobnom spajanju i rekonstrukciji kosti.

Pukotinasto primarno koštano cijeljenje je moguće samo u uvjetima apsolutnog mirovanja koštanih ulomaka. Pukotina se ispunjava koštanim tkivom, a zatim pregrađuje po principu Haversove pregradnje. Proces koštanog cijeljenja je to duži što je pukotina među ulomcima veća. Zbog toga treba težiti anatomskej repoziciji ulomaka, kako bi među njima bilo što manje pukotina, a što više zona kontakta (100).

Iako je prema nekim autorima primarno koštano cijeljenje cilj liječenja prijeloma, ono ne predstavlja osobitu prednost u odnosu na cijeljenje posredovano kalusom. Vrlo je sporo, osobito kod odraslih. Drugi potencijalni nedostatak primarnog cijeljenja kosti je da ne progradira u anaerobnim uvjetima, za razliku od cijeljenja posredovanog kalusa (101).

#### **Sekundarno koštano cijeljenje**

Sekundarno koštano cijeljenje naziva se i cijeljenje posredovano stvaranjem kalusa (slika 21). To je prirodni način cijeljenja kosti. Osnovna mu je značajka da ulomci nisu u stanju mirovanja već su međusobno pomični. O veličini te nestabilnosti ovisi sudbina tog prijeloma. Ako je nestabilnost minimalna, pojačanim stvaranjem kalusa ulomci se stabiliziraju pa dolazi do koštane pregradnje (kao i kod primarnog koštanog cijeljenja) kroz mjesto prijeloma, nakon čega dolazi do resorpcije periostalnog kalusa. Ako je nestabilnost veća, iznad biološke granice imobilizacije i cijeljenja, kost na takvo stanje reagira resorpcijom krajeva koštanih ulomaka i dodatno destabilizira mjesto prijeloma. Ako takvo stanje potraje duže, izgledi za koštano srašćavanje su minimalni, a na mjestu prijeloma nastane pseudoartroza.

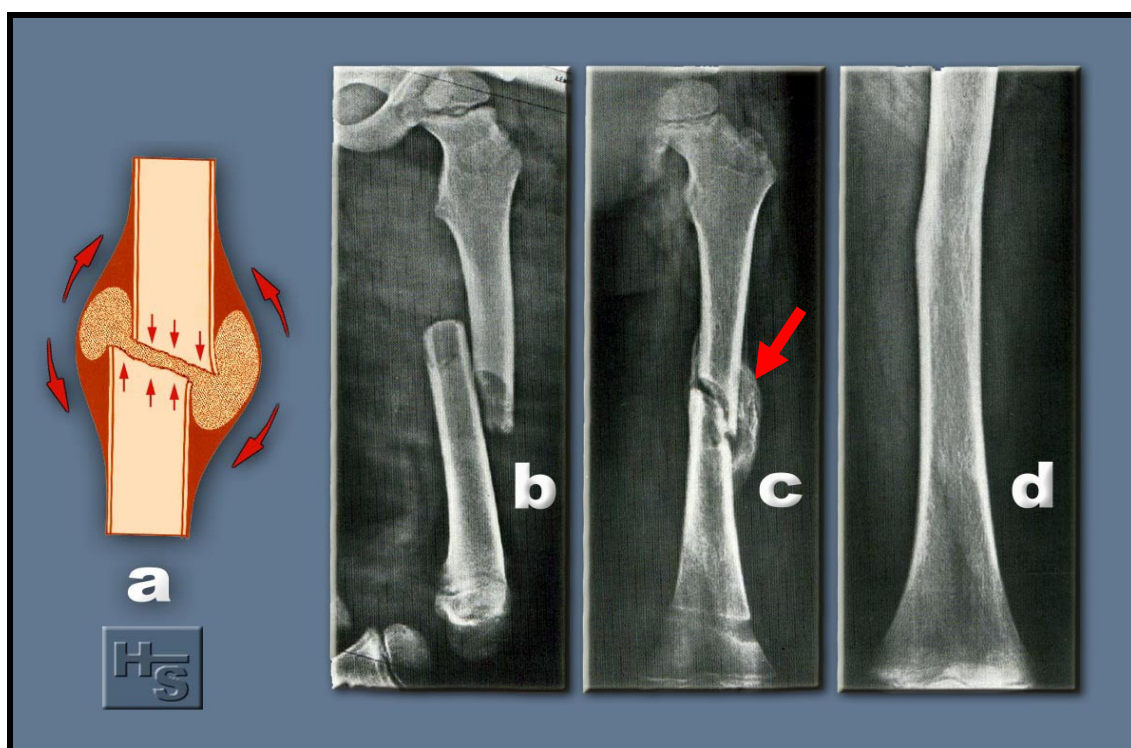
Sekundarno cijeljenje prema Cruess i Dumnont (1975) se odvija u tri faze (102);

#### **Inflamatorna faza (slika 22 A)**

Mehaničko, a osobito vaskularno oštećenje tkiva, praćeno nekrozom kosti u području prijeloma od odsudna su značenja za začetak procesa cijeljenja prijeloma. Osteociti ostaju bez metaboličkog supstrata i odumiru, a ulomci uz mjesto prijeloma ostanu bez živih stanica. Nekrozu koštanog tkiva kod svakog prijeloma prati oštećenje medule, periosta i okolnog mekog



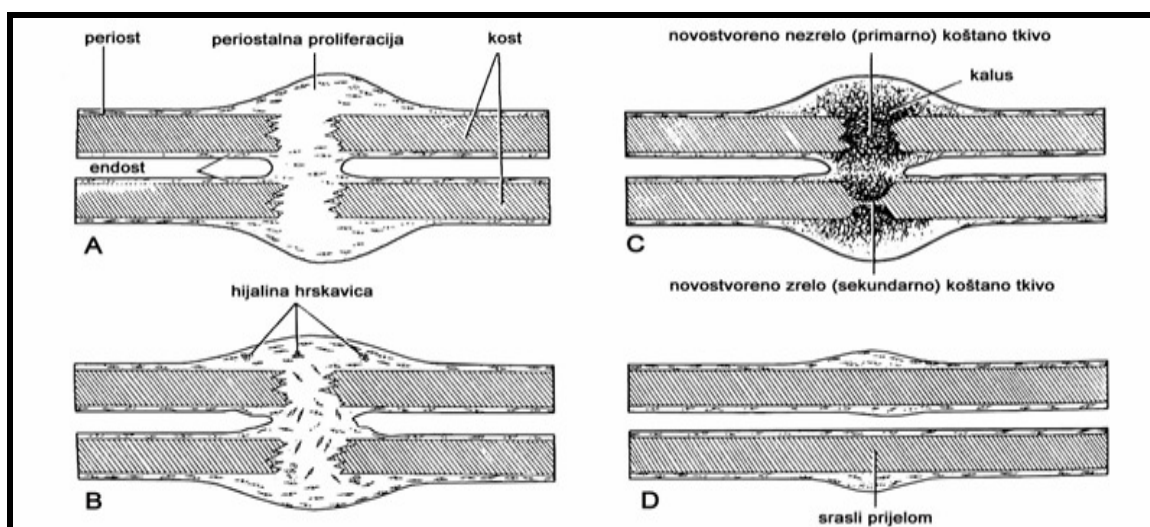
tkiva. Tako na mjestu prijeloma nastane obilje nekrotičnog materijala koji potiče upalni odgovor. Na tkivnoj razini, inflamatorna faza jednaka je tipičnom upalnom odgovoru većine tkiva na traumatski događaj. Vazodilatacija i hiperemija, posredovana histaminom, prostaglandinom i raznim citokinima, prate invaziju mjesta ozljede neutrofilima, bazofilima i fagocitima koji sudjeluju u čišćenju nekrotičnog materijala. Iz matriksa kosti oslobađaju se aktivirani nekolageni-proteinski faktori rasta koji reguliraju staničnu migraciju i diferencijaciju. Inflamatorna reakcija je najintenzivnija u prvih 24 sata, a gotovo potpuno nestaje tjedan dana nakon prijeloma.



Slika 21. Sekundarno cijeljenje prijeloma femura u šestogodišnjeg djeteta, obilnim kalusom, nakon stabilizacije ulomaka sadrenim zavojem

**Reparatorna faza** započne nekoliko dana nakon prijeloma i traje nekoliko mjeseci (slika 22 B,C). Glavna značajka ove faze je stvaranje primarnog kalusa (engl. provisional callus) unutar i oko mjesta prijeloma koji se postepeno preobrazi u kost. Građen je od vezivnog tkiva, hrskavice, osteoida, nezrele, vlaknaste kosti i krvnih žila. To je izravni odgovor kosti na upalu, bez obzira da li je uzrok prijelom, infekcija, strano tijelo ili neoplastični proces. Dvije su važne značajke stvaranja primarnog kalusa. Prva je da je relativno neovisan o mehaničkim čimbenicima, što je pokazano stvaranjem primarnog kalusa na strano tijelo, ili na kraju amputacijskog bataljka. Druga značajka je da primarni kalus odgovor (engl. primary callus response) ne traje beskonačno dugo. Ako primarni kalus nije uspio ujediniti dvije strane prijeloma unutar nekoliko tjedana, može prestati rasti i resorbirati se kao kod kalusa amputacijskog bataljka. Ako primarni kalus uspješno poveže ulomke, proces cijeljenja napreduje do stadija čvrstog kalusa (engl. hard callus). Kalcifikacija kalusa nastaje kao izravna

koštana formacija ili kao enhondralna osifikacija što ovisi o koncentraciji i količini kisika. Rast kalusa je brži od brzine urastanja krvnih žila, pa prevladava enhondralna osifikacija. Kod malih, mehanički stabilnih defekata, kao kod rupe nakon bušenja kosti, prevladava primarna vlaknasta formacija kosti. Stanične komponente kalusa potječu od koštane moždine i periosta. Broj osteoblasta i osteocita prisutnih u trenutku prijeloma nije dostatan da zadovolji visoke anaboličke zahtjeve rastućeg kalusa. Diferencijacija pluripotentnih mezenhimalnih stanica, fibroblasta i hondroblasta glavni je izvor kalusnih stanica. Kako kalus kalcificira i postaje rigidan, stabilizira prelomljene ulomke.

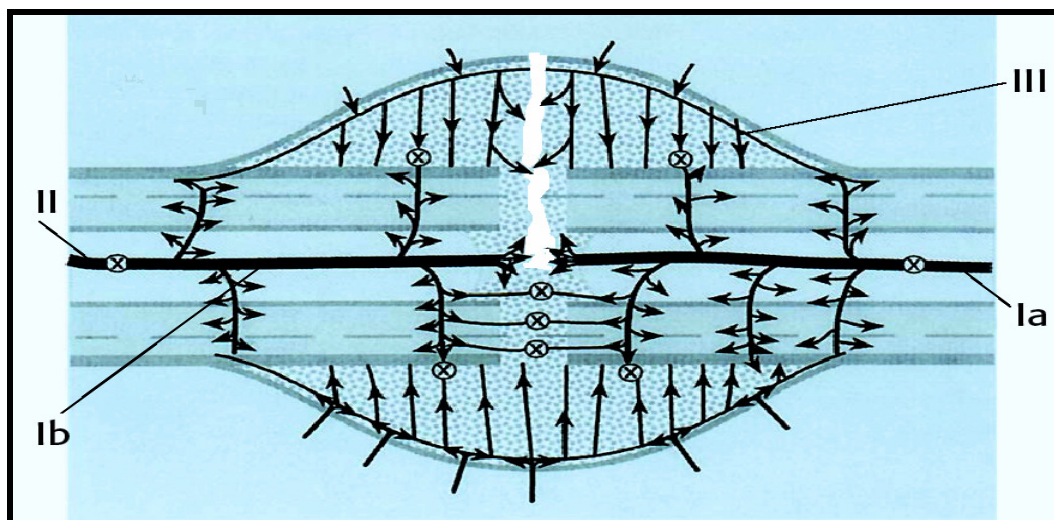


Slika 22. A-D. Cijeljenje prelomljene i stvaranje nove kosti. Preuzeto iz Junqueira LC, Caneiro J, Kelley RO. Osnove histologije, Zagreb: Školska knjiga; 1995, str.156.

**Remodelirajuća** faza predstavlja normalu remodelirajuću aktivnost kosti u području prijeloma, iako može biti ubrzana tako u roku nekoliko godina nadomjesti volumen kosti nekoliko puta (slika 22 D). Rezultat remodelirajuće faze je postupna modifikacija područja zacjeljenja prijeloma pod utjecajem mehaničkog opterećenja dok ne dosegne optimalan oblik, sličan onom prije prijeloma. Radioizotopne studije pokazale su pojačanu aktivnost u prelomljenoj tibiji 6-9 godina nakon prijeloma.

#### 1.2.4.3.2 KRVNA OPSKRBA KALUSNE FORMACIJE

Prijelom kosti i oštećena nutritivna arterija (uz uvjet očuvanog periostalnog i sustava krvne opskrbe metafizalnom arterijom) smanjuje protok kroz korteks na oko polovicu. Neposredno nakon ozljede, kao reakcija na traumu izražena je vazokonstrikcija svih sustava, pa je i protok slabiji. Prvih dva tjedna dolazi do burne vaskularne pregradnje, kada krvni protok kroz ovo područje dosegne maksimum, a tada postupno opada do normalnih vrijednosti. Najveći doprinos krvnoj opskrbi kalusa tijekom ovih dvaju tjedana dolazi od okolnih mekih tkiva (103). Urastanje krvnih žila i opskrba krvlju kalusa prije prerastanja frakturne pukotine i nakon nje prikazana je na slici 22.



Slika 23. Krvna opskrba kalusne formacije. Gornji dio, prije prerastanja frakturne pukotine a donja dio nakon njega.

Ia) uzlazna grana nutritivne arterije, Ib) descendentna grana nutritivne arterije, II) metafizna arterija, III) periostealna cirkulacija. Preuzeo iz *Claes L. Biology and biomechanics in fracture management*. U: Rüedi ThP., Murphy WM, ur. *AO Principe's of Fracture Management*. Stuttgart, Now York: Thime; 2000, str. 16.

Kod prijeloma, kada je jedini sustav prehrane kalusa periostalni, vaskularna reakcija je intenzivna, a kalus se brzo oblikuje. Povećani krvni protok zahvati veliki dio periosta (ne samo onog u neposrednoj zoni prijeloma). Takav prijelom cijeli obilnim periostalnim kalusom, te ishod nastupa brže (104).

Kod prijeloma kada je jedini sustav prehrane kalusa nutritivna arterija, nastane snažan endostalni kalus, ali nešto sporije. Kada je jedini izvor krvne opskrbe metafizo-epifizni sustav, prijelom dijafize cijeli, sustavom arterije nutricije (krvna opskrba premosnicama metaepifiznog sustava). Radiološki je u njih vidljiv samo primarni kalus, ali prijelom cijeli puno sporije, u takvim uvjetima daleko je najučestalije odgođeno cijeljenje i pseudoartroza.

Uspjeh cijeljenja u izravnoj je vezi s krvnom opskrbom nakon traumatskih događaja na mjestu prijeloma kosti. Periferne krvne žile imaju puno veći prinos u stvaranju kalusa nego endostalne, što se ogleda u bržem nastanku većeg kalusa. U mlađih životinja, kod pokusa supresije medularne cirkulacije, aktivira se periostalni protok. Paradoksalno, tada je cijeljenje brže, a kalus većeg opsega već inače. Na svim mjestima oštećene krvne opskrbe odmah uz mjesta nekrotičnih ulomaka u većini slučajeva pojavljuje se hrskavica, osobito ako su ulomci nestabilni, a nikada se ne pojavljuje kada su ulomci potpuno nepokretni. Krvne žile imaju pasivnu ulogu dovođenja krvi u područja aktivne osteogeneze. Intimna povezanost krvnih žila i novo odložene kosti sugeriraju na osteogenetsku aktivnost stijenke krvnih žila, što je kao postulat postavio Joseph Trueta već 1963. godine (105).

### 1.2.4.3.3 ANGIOGENEZA I KOŠTANA PREGRADNJ

Već dugo vremena zamijećena je intimna povezanost, fizička i biokemijska, krvnih žila i koštanih stanica, ali još uvijek nedostavno objašnjena (83,84,105). Genetskim, biokemijskim i farmakološkim istraživanjima prepoznati su i opisani ključni čimbenici koji posreduju odnosima endotelnih stanica krvnih žila i osteoblasta tijekom pregradnje i cijeljenja prijeloma. Poznato je više faktora koji potiču angiogenezu (aktivacija endotelnih stanica krvnih žila), ako ne direktno, onda produkcijom molekula kao što je vaskularni endotelni faktor rasta (engl. vascular endothelial growth factor, VEGF) (106-108). Još je više faktora koji izravno potiču stvaranje koštanog tkiva. Neki od njih su koštani morfogenetski protein (engl. bone morphogenetic protein, BMP) (109-111), inzulinu sličan faktor rasta (eng. insulin-like growth factor, IGF), osteogeni protein (engl. osteogenic protein, OP) (112,113), transformirajući faktor rasta (engl. transforming growth factor, TGF) (114,115). U humanoj medicini, dobre kliničke rezultate u ubrzanju koštane pregradnje pokazale samo molekule BMP-2 i OP-1 i to zbog komplementarnog djelovanja na angio i osteogenezu (113,116).

### 1.2.4.4 POTPORNO-ZAŠTITNA ULOGA PERIOSTA

Periost svojom čvrstoćom i elastičnošću mijenja biomehanička svojstva kosti. I sam je podložan promjenama ovisno o funkcionalnim zahtjevima kosti. Gotovo u potpunosti sva njegova potporna svojstva vezana su uz fibrozni sloj periosta. U djece je periost bogat kolagenim vlaknima, a svojom čvrstoćom nadilazi nježnu građu koštanog tkiva. U njima mogu nastati prijelomi bez pucanja periosta ili je očuvan periost uz konkavnu stranu prijeloma. Tada se ulomci lako reponiraju, a prijelom cijeli znatno brže. Ova potporna zaštitna uloga periosta u dječjoj dobi, važna je gotovo podjednako kao i biološki potencijal pregradnje zaostalih kutnih deformacija i manjih pomaka (31, 117, 118). U odrasloj dobi, periost može zajedno sa okolnim mekim tkivima svojom deformacijom apsorbirati energiju dijela vlačnih sila i time sprečava savijanje kosti (119-121). Sklonost starijih osoba za nastankom prijeloma odražava malu čvrstoću periosta, ligamenata i atrofične muskulature koji ne uspijevaju adekvatno apsorbirati energiju, koja se umjesto toga prenosi na osteoporotične kosti (122). Najnovija istraživanja periosta pokušavaju identificirati gene i proteine koji su jedinstveni za periost. Identificirano je sedam gena koji imaju obilježja mjesta regulacije periostalnog rasta u širinu u genetički promijenjenih miševa (123).

Paralelno teku istraživanja agensa koji su specifični i selektivni aktivatori periostalne apozicije koštanog tkiva (neovisno od endokortikalne reakcije, endosta i koštane reakcije stvaranja trabekularne kosti). Namjera im je da povećanjem promjera kosti znatno povećaju čvrstoću i smanje rizik prijeloma kosti, neovisno o dobro prihvaćenom modelu povećanja gustoće kosti (124).

Periost osigurava točke hvatišta skeletne muskulature i ligamenata (sraste s njima u čvrstu svezu). Ova je sveza tako izdržljiva, da prije dođe do odvajanja dijela kosti zajedno s hvatištem ligamenta nego ona pukne.

### 1.3. BIOLOŠKI PRISTUP LIJEČENJU PRIJELOMA

#### 1.3.1 UVOD

Prijelom kosti izolirani je mehanički događaj. Biološki odgovor, na taj mehanički događaj je resorpcija dotad vitalne kosti i cijeljenje prijeloma kalusom ili bez njega. Oboje je zavisno o krvnoj opskrbi. Sve postupke i implantate kojima cilj pošteda krvne opskrbe ulomaka nazivamo „biološkim“ (19, 23-25, 86, 125, 126). Čimbenici koji gotovo uvijek oštete krvnu opskrbu kosti i time izravno određuju postupke i rezultate liječenja su (87): pomak ulomaka nastao u trenutku prijeloma (prouzroči početno vaskularno oštećenje), transport dodatno pogoršava vaskularno oštećenje nastalo u trenutku prijeloma, svaki kirurški pristup na mjesto prijeloma pogoršava ranije vaskularno oštećenje, postavljanje implantata pogoršava prethodno oštećenu cirkulaciju, ne samo dizanjem i uništavanjem periosta tijekom anatomske repozicije, već i direktnim tlačenjem periosta na površinu kosti. Neizbježna su mehanička i termička oštećenjem u postupku postavljanja vijaka. Povišeni intraartikularni tlak oštećuje cirkulaciju kosti epifiznom arterijom, osobito u djece. Tako nastalo nekrotično koštano tkivo je uzrok razvoja infekcije. Zamjena nekrotičnog vitalnim koštanim tkivom dugotrajan je proces. Avaskularni osteociti su inaktivni u procesu remodeliranja, pa nastaje prolazna poroza do tada zdravog koštanog tkiva. U određenim slučajevima, kada se udruže neki od ovih nepoželjnih učinatelja, cijeljenje je poremećeno, pa mogu nastati teške komplikacije.

Spoznajom da je neprimjerena krvna opskrba odgovorna za teške komplikacije, i kada su svi principi AO stabilne osteosinteze bili apsolutno poštivani, uvjetovala je promjene u pristupu liječenju prijeloma (127). Obnovljeni novim spoznajama suvremeni AO principi su (128): anatomska repozicija i fiksacija ulomka, način stabilizacije ulomaka treba prilagoditi vrsti ozljede i prijelomu, sačuvati krvnu opskrbu mekih tkiva i kosti poštenim tehnikama repozicije i fiksacije ulomaka, rana mobilizacija. Klasična rigidna stabilna fiksacija ulomaka ustupa mjesto fleksibilnoj fiksaciji. Kod fleksibilne fiksacije ulomci su tijekom opterećenja na mjestu prijeloma mobilni. Primjer je elastična stabilna intramedularna osteosinteza titanijskim žicama (129, 130), danas prihvaćena metoda liječenja prijeloma dugih kostiju u djece (131). Fleksibilna je fiksacija i „bridging“ pločicama, to su prve pločice koje su proglašene „biološkim“. Fleksibilna fiksacija, obzirom na ponašanje ulomaka, može biti elastična, djelovanjem opterećenja dolazi do reverzibilnih deformacija ulomaka na mjestu prijeloma ili plastična, kad opterećenje ireverzibilno deformira implantat, pa ulomci trajno promjene položaj (132). Zadnjih desetak godina došlo je do velikih promjena kako u pristupu liječenju prijeloma tako i dizajnu novih, "bioloških" pločica, vijaka, čavala, fiksatora, repozicijskih i operativnih tehnika (133-139).

#### 1.3.2 TEHNIKE REPOZICIJE ULOMAKA

Repozicija (engl. reduction) je uspostava korektne pozicije ulomaka prelomljene kosti. Uvijek se teži anatomske pozicije ulomaka, a nužno ju je ostvariti kod intraratikularnih prijeloma. Sve tehnike repozicije trebaju biti atraumatske, poštedne za krvnu opskrbu ulomaka. Dvije su temeljno različite tehnike repozicije ulomaka. **Direktna**, podrazumijeva da je mjesto prijeloma prikazano, tijekom nastanka prijeloma ili operativno. Ulomci se hvatalicama



pomiču u anatomske položaj. Složeniji prijelomi zahtijevaju višestruko ponovljeno namještanje hvatalicama i drugim pomagalicama za repoziciju pa su i štete po cirkulaciju višestruko veće.

**Indirektna** repozicija podrazumijeva da mjesto prijeloma nije prikazano. Za uspješnu indirektnu repoziciju često je dovoljna uzdužna manualna trakcija distalnog dijela ekstremiteta. Za složenije prijelome koriste se distraktori. U praksi je indirektna repozicija puno teža. Zahtijeva pažljivo planiranje i pripremu. Unilateralni obuhvatni distraktori su neuspješni kod prijeloma koji zahtijevaju repoziciju u više ravnina, osobito u području zakrivljenosti kosti. Uspješan distraktor za takve zahvate često je preglomazan, pa ometa postupak stabilizacije ulomaka. Nova generacija distraktora konstruirani su tako da minimalnim silama na kost, ostvare uspješnu repoziciju ulomaka (139,140). Indirektna repozicija je puno poštenija po meka tkiva i vaskularizaciju ulomaka pa se preporuča kao biološka metoda izbora (141,142). Tehnike indirektna repozicije novim distraktorima udružene s internom fiksacijom ulomaka, minimalno invazivnim tehnikama, predstavljaju daljnji napredan biološkog pristupa liječenju prijeloma.

### 1.3.3 SUVREMENE TEHNIKE STABILIZACIJE ULOMAKA

Suvremene biološke tehnike stabilizacije ulomaka po načelu minimalno invazivne osteosinteze pločicama (engl. minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO) razvijene su zajedno sa novim implantatima (134-136). Tako se pločice postavljaju bez prikazivanja mjesta prijeloma kroz malu inciziju kože (slika 24). Položaj se kontrolira dijaskopijom. Zasebnim incizijama iznad otvora na pločici postavljaju se vijci.



Slika 24. Minimalno invazivna osteosinteza prijeloma potkoljenice s dvije pločice (engl. minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)

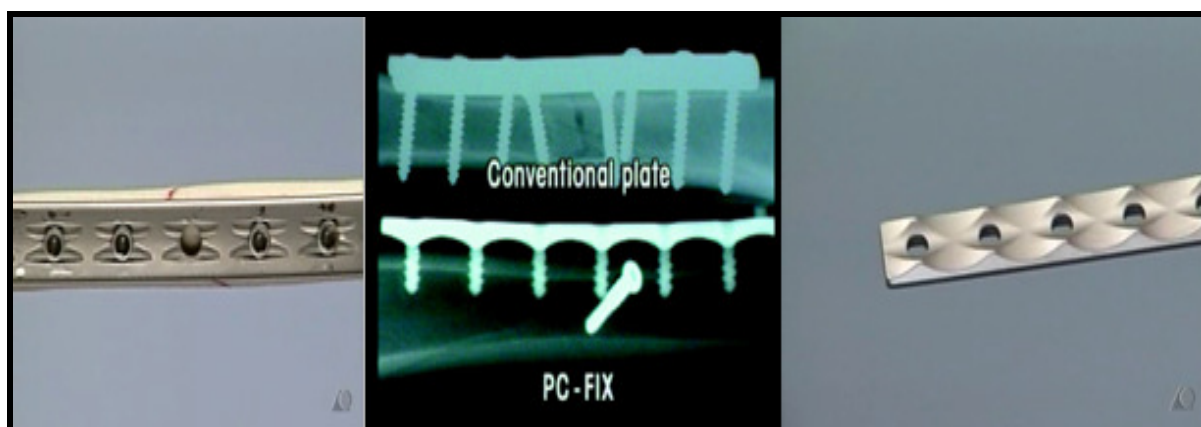
Gotovo istodobno su nastali unutarnji fiksatori (20,21,27). Oni se oslanjaju na kost u nekoliko točaka, a uz to ju ne tlače (148,149). Tako su u zadnjih desetak godina vidno promijenjene kontaktne površine pločice i kosti (slika 25).



Slika 25. Razlike oblika i veličine površine pločice kojom naliže na kost

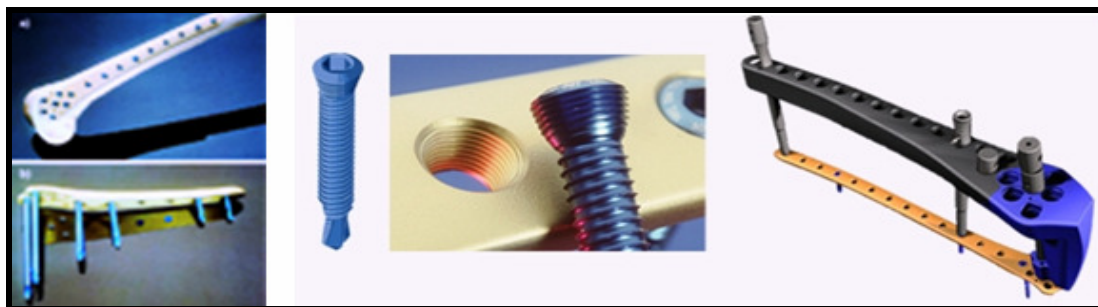
### 1.3.3.1 UNUTARNJI FIKSATOR

Princip vanjskog fiksatora prenesen je u prilagođenom obliku na osteosintezu pločicama i vijcima (150). Tako je prvi **PC Fix** (engl. point contact fixator) razvijen za osteosintezu kostiju podlaktice. Taj mali fiksator, nalik pločici, oslanja se na kost s dvije točke uz svaki vijak (slika 26). To nije uvjet; dijelom ili u potpunosti se može postaviti bez kontakta sa korteksom i periostom. Tada ulomke fiksira po principu elastične stabilne osteosinteze, pa prijelom cijeli periostalnim kalusom. Prvenstveno je bio namijenjen postavljanju u području meta i epifiza, a danas ga se postavlja i na dijafize dugih kostiju.



Slika 26. PC-Fix izgled i rtg usporedba s konvencionalnom pločicom

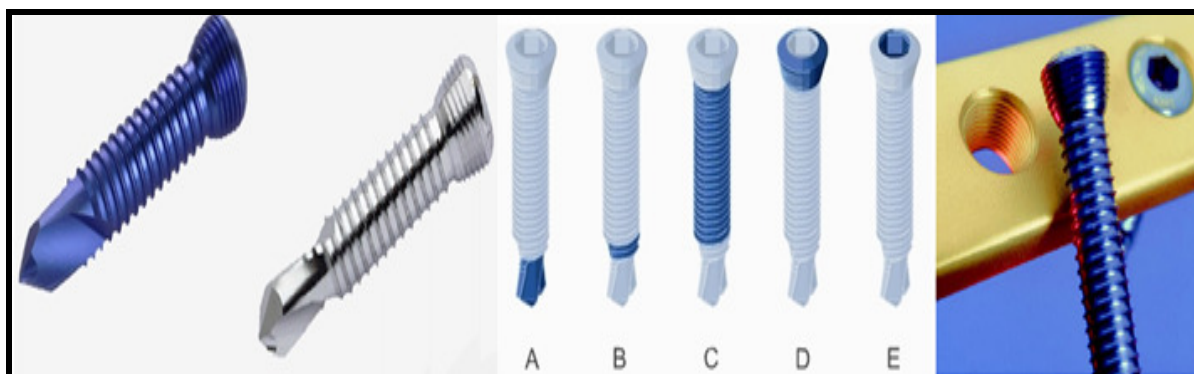
**LIIS fixator** (engl. less invasive stabilisation system), primarno konstruiran za postavljanje na prijelome u području distalnog femura i proksimalne tibije (152,153). Odlikuje ga oblik prilagođen anatomskom izgledu ove regije. Kao i PC fix prije postavljanja, prijelom treba biti anatomski reponiran. LIIS se postavlja minimalno invazivnom tehnikom ispod mišića ili supkutanim namještajem (54,154). Za to se koristi posebno konstruirana vodilica- jahač, kojom se uz male incizije kože, kroz potkožu i mišić precizno uvode vijci (slika 27).



Slika 27. LIIS fiksator, novi vijak i vodilica za minimalno invazivno postavljanje fiksatora

### 1.3.3.2 NOVA GENERACIJA VIJAKA

Uz novo nastale pločice-fiksatore, i novi princip unutarnje fiksacije, nužno su osmišljeni i uobličeni vijci nove generacije (slika 28). Ti vijci imaju potpuno novi izgled i funkciju. Postavljaju se samo u pločici bliži korteks, tako ne oštećuju medularnu vaskularizaciju kosti.



Slika 28. Novodizajnirani vijci za fiksaciju PC-Fix, LIIS i LCP pločica, A-E, dijelovi vijka

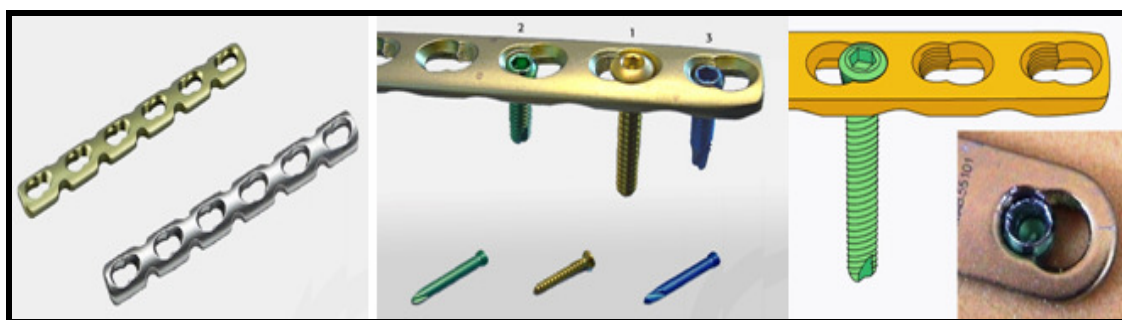
Vrh novog vijaka u stvari je svrdlo, njime si vijak provrti put u korteksu (slika 28 A). Vrat vijka čini dio kojim si vijak nareže ležište u korteksu (slika 28 B). Tijelo vijka se navija u korteks (slika 28 C). Glava vijka je konična s navojima koji služe za navrtanje u urezani dio otvora u pločici (jednak promjer navoja glave vijka i otvora u pločici, slika 28 D). Tako vijak s pločicom ostvari rigidan kontakt, a pločica ne tlači površinu kosti. Ona



može biti položena i u supkutani sloj, a da i dalje ostvaruje ulogu elastične stabilne osteosinteze, i što je najvažnije poštediti je po periost i cirkulaciju kosti. Vijcima nove generacije fiksiraju se PC-Fix, LIIS i nova LCP pločica.










#### 1.3.3.4 LCP PLOČICA (LOCKING COMPRESSION PLATE)

Posljednja u nizu „bioloških“ noviteta AO skupine iz Davosa je LCP pločica (slika 29). Načinjena je po principima ograničene kontaktne površine s korteksom slično onoj kod LC-DCP (29). Za novodizajniranu pločicu karakterističan je dvojni oblik rupa i mogućnost korištenja dvije vrste vijaka. Klasičnim vijcima i otvorima postigne se kompresivna dinamička osteosinteza (155). Odmah uz klasične, postavljeni su i ožljebljeni otvori. Uvrtanjem novih vijaka u njih, pločica postane unutarnji fiksator, a ulomci se fiksiraju po principu elastične stabilne osteosinteze. LCP pločica-fiksator, može se stavljati na mjesto prijeloma klasičnom ili MIPO tehnikom.



Slika 29. LCP pločica (engl. locking compression plate)

Autori preporučaju pojedinačnu (dinamička kompresija ili elastična stabilna osteosinteza), ali i kombiniranu primjenu ove nove pločice (slika 30). Za ostvarenje dinamičko kompresivne uloge pločice, dovoljan je jedan pritezni vijak kroz mjesto prijeloma kosti, te po jedan klasični vijak sa svake strane prijeloma. Za fiksaciju drugih dijelova pločice mogu se koristiti vijci nove generacije. Kod osteotomije i višeivernih prijeloma dija- i metafize dugih kostiju, pločica se koristi kao fiksator (slika 30). Tada njena površina ne mora nužno biti u kontaktu s periostom. Na taj način se ostvaruje elastična stabilna osteosinteza unutarnjim fiksatorom. Mikropokreti ulomaka su poželjni kao i posljedično cijeljenje podražajnim periostalnim kalusom.

	Compression	Bridging	Combination
Simple diaphyseal fractures			
Simple metaphyseal fractures			
Multifragmentary diaphyseal fractures			no compression!
Multifragmentary metaphyseal fractures			no compression!
Osteotomies			
Articular fractures			no bridging!
Articular with multifragmentary metaphyseal or diaphyseal fracture			
Segmental with two different fracture patterns			

Slika 30. Preporuka odabira tehnike fiksacije, prema AO školi. Preuzeo iz CD-ROM version, Locking Compression plate, AO Teaching Series, AO Publishing 2003

## **2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

### **2.1 PRETPOSTAVKA I SMISAO PREDLOŽENE TEME**

1. U uvjetima stabilne osteosinteze klasičnom pločicom postoji značajno oštećenje kapilarne cirkulacije periosta ispod pločice.
2. Promjenom oblika pločice, u istim uvjetima osteosinteze, ovo se oštećenje može značajno smanjiti ili potpuno izbjeći.

### **2.2. OPĆI CILJ ISTRAŽIVANJA**

Procijeniti oštećenje periostalne mikrocirkulacije ispod pločice u uvjetima stabilne osteosinteze.

### **2.3. POTANJI CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

1. Kvantificirati stanje mikrocirkulacije intaktnog periosta.
2. Kvantificirati oštećenje mikrocirkulacije periosta ispod klasične pločice.
3. Kvantificirati oštećenje mikrocirkulacije periosta ispod novih pločica vlastite konstrukcije različitih oblika kontaktne površine s periostom.
4. Izdvojiti pločicu koja najmanje oštećuje periostalnu cirkulaciju.

### 3. MATERIJAL I POSTUPCI ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. MJESTO IZVOĐENJA ISTRAŽIVANJA

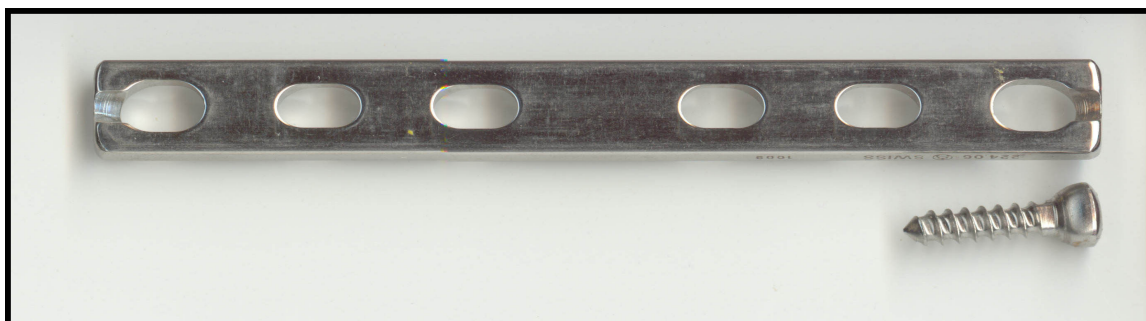
Obzirom na složenost metodologije ostvarivanja zadanih ciljeva pokus je zahtijevao korištenje opreme, prostora, stručnog i tehničkog osoblja više ustanova.

U izvođenju pokusa značajan doprinos dalo je istraživačko osoblje znanstvenog projekta "Biomehanički faktori cijeljenja prijeloma", KBC Zagreb, Medicinski fakultet, klinika za kirurgiju KBC Rebro. Priprema potrebnog operacijskog instrumentarija, materijala i sterilizacija istog, načinjena je u matičnoj ustanovi nositelja disertacije.

Priprema histoloških preparata, digitalizacija slike i morfometrijska mjerenja izvedena su u Zavodu za patologiju, Medicinski fakultet, Zagreb, Šalata.

Priprema, konstrukcija, proizvodnja pločica i vijaka načinjena je u ustanovi Instrumentaria d.d. razvojni odjel, Zagreb. Priprema životinja, operacije i ranu skrb poslije operacije, načinjene su u Veterinarskom fakultetu, klinika za kirurgiju, Zagreb. Skrb i smještaj životinja nakon prvog zahvata bila je u štalama Zavoda za specijalno stočarstvo, Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

#### 3.2. KONSTRUKCIJA I PROIZVODNJA PLOČICA



Slika 31. Standardna (klasična) Müller pločica i vijak 3.5 mm

Kako je planirano, načinjene su četiri nove pločice vlastite, posve originalne konstrukcije koje su testirane po zadanim ciljevima. Kao predložak za nove pločice korištena je Müller pločica (slika 31). Nove su pločice izrađene od medicinskog čelika, potpuno istovjetnog sastava onom standardnih pločica, pa su zadržane biomehaničke osobine standardne pločice (čvrstoća, jakost, elastičnost, otpornost na koroziju). Mijenjan je oblik i veličina površine pločice kojom priliježe uz periost. Ta je površina elektropolirana i pasivizirana. Sve druge veličine standardne pločice nisu mijenjane (slika 32). Konačni oblik kontaktne površine nastao je u namjeri da se smanji veličina kontakta, a da preostala površina kontakta u što manjoj mjeri ometa smjerove krvnog protoka u periost. Višegodišnjim kliničkim iskustvom i vlastitim idejama konstruirane su nove osteosintetske pločice u suradnji sa znanstvenicima razvojnog odjela RO Instrumentarija d.d.

**Poprijčno ožljebljena pločica** (slika 32,33)

Ima aktivnu površinu kontakta 0,35 standardne pločice iste veličine. Ožljebljenja su postavljena poprijčno, u razmaku jednog mm, a dubina im je 0,6 mm.

**Uzdužno ožljebljena pločica** (slika 32,34)

Ima aktivnu površinu kontakta 0,19 standardne pločice iste veličine. Ožljebljenja su postavljena uzdužno, u razmaku 1.8 mm, a dubina im je 1,3 mm.

**Koso ožljebljena pločica** (slika 32,35)

Ima aktivnu površinu kontakta 0,56 standardne pločice iste veličine. Ožljebljenja su postavljena koso pod kutom od  $45^\circ$ , u razmaku 1.4 mm, a dubina im je 0,8 mm.

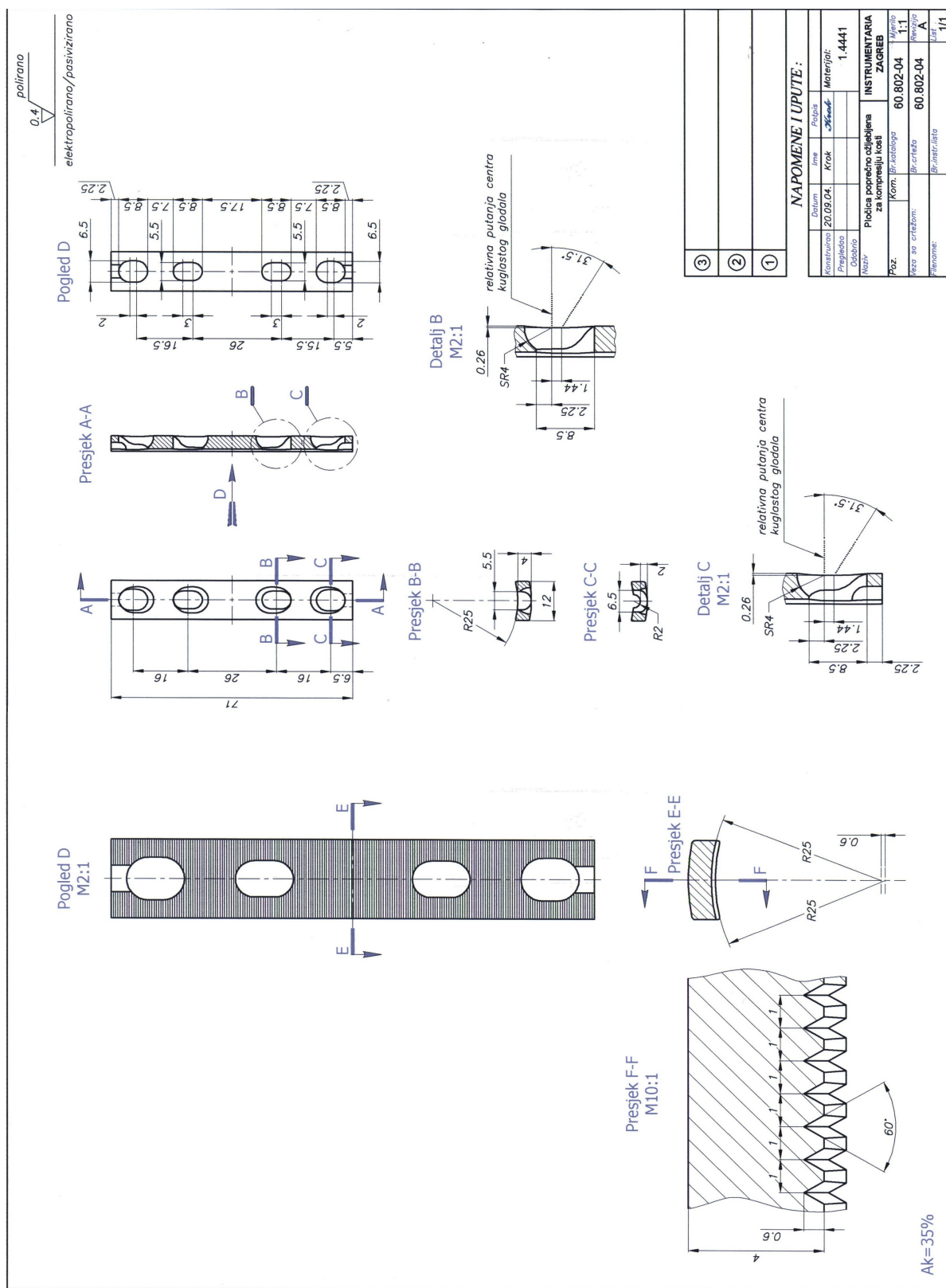
**Križno ožljebljena pločica** (slika 32,36)

Ima aktivnu površinu kontakta 0,05 standardne pločice iste veličine. Ožljebljenja su postavljena križno pod kutom od  $45^\circ$ , u razmaku 1.4 mm, a dubina im je 0,95 mm.

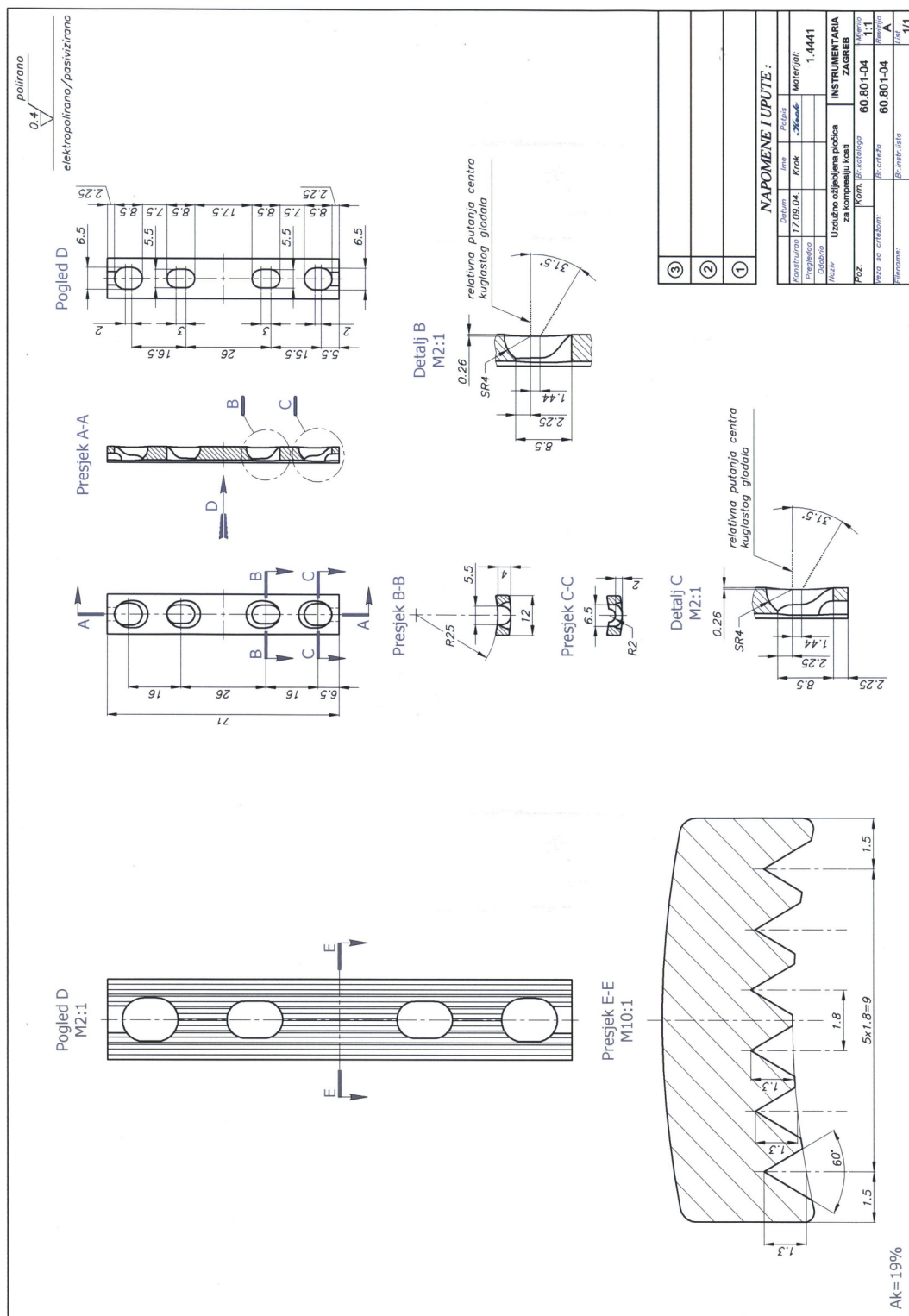


Slika 32. Izgled novo konstruiranih i standardne Müller pločice sa šest ovalnih otvora

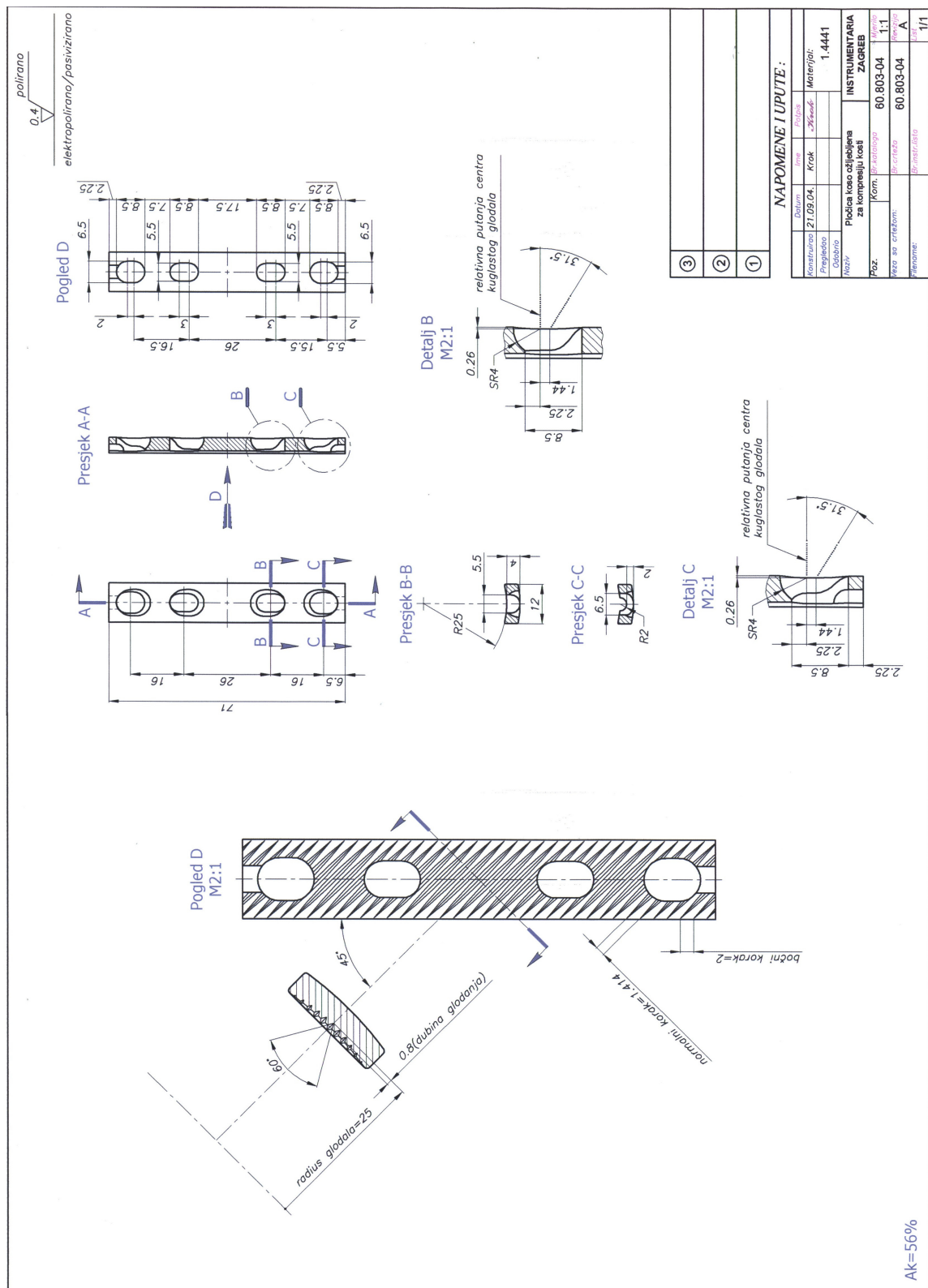




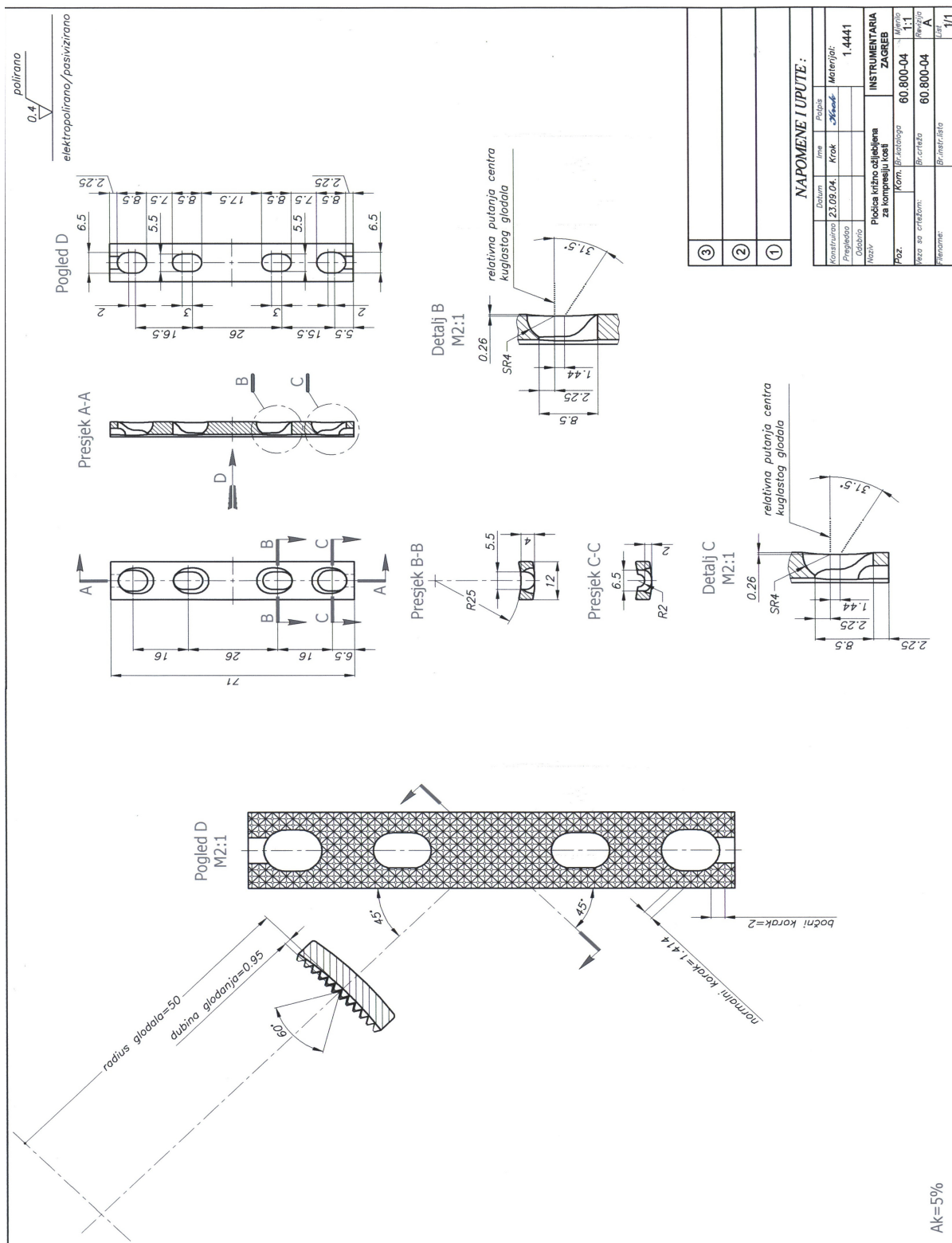
Slika 33. Popriječno ožljebljena pločica, nacrt



Slika 34. Uzdužno ožljebljena pločica, nacrt



Slika 35. Koso ožljebljena pločica, nacrt



Slika 36. Križno ožljebljena pločica, nacrt



### 3.3. POKUSNE ŽIVOTINJE

Za obavljanje pokusa koristili smo deset živih i zdravih prehrambenih životinja (ovce). Sve životinje su preživjele ogledni dio i bile su pogodne za daljnju upotrebu u prehrambene svrhe. Tijekom izvođenja pokusa u postupku s ovcima, poštivane su sve propisane etičke norme sukladno Zakonu o dobrobiti životinja (Narodne novine broj 19, Zagreb 25.02. 1999). U radnjama koje su prethodile prijavi teme disertacije dobiveno je mišljenje Etičkog povjerenstva matične ustanove istraživača. A Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, Uprava za veterinarstvo, odobrilo je obavljanje ovog pokusa na 20 živih životinja, a sukladno prethodnom pozitivnom mišljenju o znanstvenoj svrsishodnosti ovog rada koje je izdalo Ministarstvo znanosti RH.

Ovce koje su korištene za ovaj eksperiment su iz istog stada, iste su pasmine, približno iste tjelesne težine i životne dobi.



Slika 37. Obiteljsko gospodarstvo Vuković, Dubrovčak Lijevi, Topolje. Stado Merino Landschaft (Wintenberg) ovaca iz kojeg uz izabrane životinje za pokus

Sve su životinje bile u gotovo istoj fazi rasta, pa su im duge kosti nogu imale epifizne hrskavične zone rasta. Na jednoj životinji testirane se dvije nove pločice i standardna pločica, a jedna noga služila je kao kontrolna skupina. Svaka pločica je postavljena istom tehnikom na periost intaktne kosti potkoljenice. Ekstrakcija osteosintetskog materijala načinjena je nakon dva tjedna po aplikaciji, u istom aktu uzet je periost u punoj površini ispod pločice i periost kontrolne noge s istog mjesta i u istoj veličini. Ovakvim postupkom svaka pločica je postavljena na šest nogu, tako se za svaku ispitivanu pločicu dobilo šest ispitivanih i šest intaktnih periosta s nogu na kojima nije bila pločica. Na takav način dobiveno je 36 periosta iste veličine, uzetih s nogu devet ovaca.



### 3.4. PRIPREMA ŽIVOTINJA ZA OPERACIJSKI ZAHVAT

Po izdvajanju životinja iz stada, sve su boravile u štali Veterinarskog fakulteta u Zagrebu. Načinjen je prijamni pregled. Tijekom boravka su načinjene osnovne laboratorijske pretrage krvi i stolice, a zatečeni nametnici tretirani prema protokolima liječenja. Operacija je planirana tek po izlječenju, a nakon urednih kontrolnih nalaza.

#### Anesteziološki postupak

Ovce su ispoštene 24 sata prije anestezije, a regije operacijskog polja su ošišane, obrijane, dezinficirane i sterilno povijene. Voda im je uskraćena 6 sati prije operacije. Za premedikaciju je korišten ksilazin (Xylapan, Chassot) u dozi 0,1 mg/kg IM. Nakon 20 minuta postavljena je intravenski kateter (20 G) u v. *cephalica antebrachii*, na nozi koja nije operirana. Zatim je apliciran ketamin (Narketan, Chassot) u dozi 6 mg/kg IV. Uz upotrebu laringoskopa učinjena je endotrahealna intubacija s endotrahealnim tubusima unutarnjeg promjera 10 mm. Nakon toga ovce su inhalirale smjesu kisika (protok 10-20 ml/kg/min) i halotana (Fluothane, Zeneca) (prvih par minuta 3%, a zatim 2% kroz 90 minuta). Aplicirana je epiduralna analgezija lidokainom 2% (Lidokain 2%, Belupo) u dozi 1 ml na 5 kg tjelesne težine. Radi izbjegavanja želudčanog timpanizma i nadimanja predželudca uvedena je želudčana sonda (promjer 20 mm). Za vrijeme operacije aplicirana je Ringerova otopina brzinom 10 ml/kg/h IV. Anesteziološki monitor (Ultraview® 1050, anesthesia monitor, Spacelabs Medical Inc, USA) upotrebljavan je za vrijeme anestezije. Korišten je EKG, pulsni oksimetra, kapnograf te su neinvazivno mjereni krvni tlakovi. Prije operacije te neposredno nakon operacije apliciran je cefuroksim (Ketocef, Pliva) u dozi 22 mg/kg IV. Pet dana nakon operacije životinje su držane pod antibiotikom enrofloksacinom (Vetoflok 10%, Veterina) u dozi 10 mg/kg IM.

### 3.5. PLAN POSTAVLJANJA PLOČICA

Životinja (1-9) Dob TT	Noga (1-4) PD-1, PL -2 SD-3, SL-4	Izgled Postavljene pločice Bez pločice (BP)	Ukupni redni broj periosta	Periosti (1-6) Po redoslijedu postavljanja i izgledu pločice
OVCA 1. 12 mj. 28 kg	PD		1	1. Standardna
	PL	BP	2	1. Intaktan radius
	SD		3	1. Mrežica
	SL		4	1 Uzdužna
OVCA 2. 13 mj. 29 kg .	PD	BP	5	2. Intaktan radius
	PL		6	2. Mrežica
	SD		7	2. Uzdužna
	SL		8	2. Standardna
OVCA 3. 13 mj. 30 kg	PD		9	3. Uzdužna
	PL		10	3. Mrežica
	SD		11	3. Standardna
	SL	BP	12	3. Intaktna tibia
OVCA 4. 13 mj. 30 kg	PD		13	4. Standardna
	PL		14	4. Mrežica
	SD		15	4. Intaktna tibija
	SL		16	4. Uzdužna
OVCA 5. 13 mj. 30,5 kg	PD		17	5. Intaktan radius
	PL		18	5. Mrežica
	SD		19	5. Standardna
	SL		20	5. Uzdužna
OVCA 6. 14 mj 29 kg	PD		21	6. Intaktan radius
	PL		22	6. Standardna
	SD		23	6. Uzdužna
	SL		24	6. Mrežica
OVCA 7. 13 mj. 30 kg	PD		25	1. Kosa
	PL		26	1. Poprečna
	SD		27	2. Poprečna
	SL		28	2. Kosa
OVCA 8. 13 mj. 28,5 kg	PD		29	3. Poprečna
	PL		30	3. Kosa
	SD		31	4. Poprečna
	SL		32	4. Kosa
OVCA 9. 13 mj. 31 kg	PD		33	5. Kosa
	PL		34	5. Poprečna
	SD		35	6. Poprečna
	SL		36	6. Kosa

### 3.6. POSTAVLJANJE PLOČICA

Svi operacijski zahvati načinjeni su prema načelima medicinske znanosti, dosljedno poštujući principe sterilnosti. Za sve zahvate korištena je operacijska sala broj 3. Klinike za kirurgiju, Veterinarskog fakulteta, Zagreb. Ona je najsuvremenije opremljena za izvođenje svih kirurških, a posebno ortopedskih zahvata. Anesteziološki aparat i uređaji za intraoperacijsko praćenje vitalnih funkcija najnovija su tehnička dostignuća u ovom području medicinskih pomagala. Preduvjet za izvođenje operacijskih zahvata bio je sav kirurški komfor i oprema.

Stalna kirurška ekipa koja je izvela sve zahvate bila je sačinjena od mentora ovog rada, doc. S. Davila, mene kao operatera i jednog specijalizanta humane (dr. M. Bekić) ili veterinarske kirurgije (dr. I. Kresinger). Anesteziju i perioperativnu skrb vodio je iskusan anesteziolog veterinarske medicine doc. A. Vnuk.

#### Prvi operacijski zahvat, postavljanje pločica

Na operacijski stol životinju bi dovezli iz pripremnog prostora prethodno pripremljenu anesteziološkom premedikacijom. Položaj životinje je na lijevom boku za izvođenje operacija na lijevom nogama i obrnuto. Intubacija, postavljanje nazogastrične sonde i neinvazivnog monitoringa vitalnih funkcija prethodi pranju operacijskog polja i sterilnom pokrivanju operacijskog polja.

Na kosti potkoljenice korišten je medijalni pristup: tu nema mišića pa je prilaz na intaktan periost jednostavan. Incizija kože u dužini 6 cm. Položaj pločice određen je zamišljenim prijelomom u srednjoj trećini dijafize kosti. Pločice su postavljane standardnim postupkom. Korišten je bikortikalni vijak (3,5 mm) postavljan silom obrtnog momenta do 240 N/mm. Rane su šivane u dva sloja, resorptivnim šavima dvije nule (slika 38).



Slika 38. Šivanje potkože resorptivnim koncem

Nakon ovog dijela pokusa načinjena je rendgenološka kontrola položaja pločice i vijaka (slika 39).



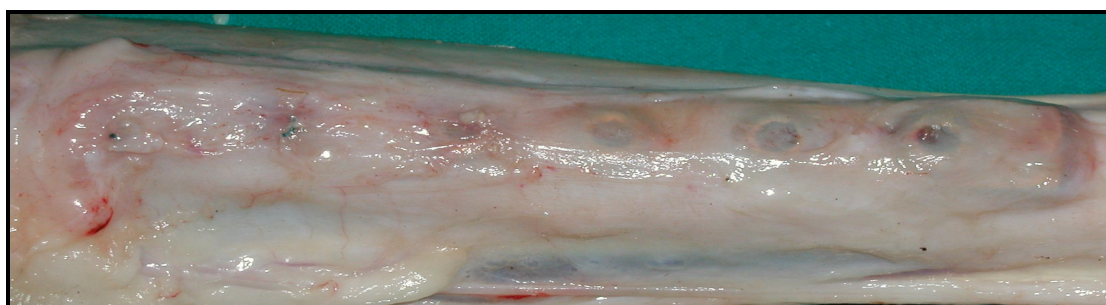
Slika 39. Ovca operirana 04.10. 2004. godine. Rendgenogram potkoljenice i dva susjedna zgloba, snimljen u dva smjera, neposredno nakon postavljanja pločice s mrežastom kontaktnom površinom.

Imobilizacija nije postavljana, životinje su ubrzo nakon buđenja spontano se dizale i hodale. Prva dva dana boravile su na pojačanoj skrbi u stacionaru za velike životinje Veterinarskog fakulteta Zagreb, a potom prevezene na nastavak skrbi u štale Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Tijekom transporta jedna se životinja ozlijedila, na način da je slomila potkoljenicu, točno ispod donjeg ruba postavljene pločice. Ona nije ušla u nastavak istraživanja. Povoji su bili tako dobro postavljeni, a životinje mirne da je previjanje operacijske rane bilo potrebno samo u nekoliko navrata. Niti jedna životinja nije dobila infekciju rane niti je pokazivala znakove bolesti. Obzirom na zimske uvjete, sve su ovce bile u štali uz ograničeno hranjene suhim krmivom i vodom. Nisu bile sputavane, slobodno su se kretale velikim prostorom bivka. Ekstremitete su koristile bez osjećaja boli (nisu šepale). Dobrog općeg stanja i urednog lokalnog statusa pripremljene za drugi zahvat.

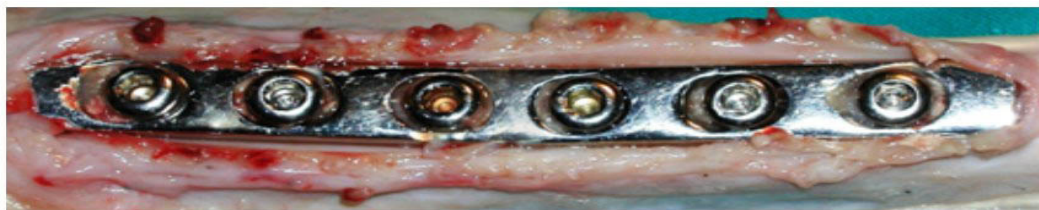
### 3.7. UZIMANJE PERIOSTA ZA ANALIZU

Drugi operacijski zahvat, a radi ekstrakcije pločica i uzimanja eksperimentalnog materijala (periosta), bio je točno dva tjedna po prvom zahvatu.

Pločica je čvrsto prerasla ovojnicom vezivnog tkiva (slika 40). Nakon odmicanje ove ovojnice prikaže se pločica (slika 41).

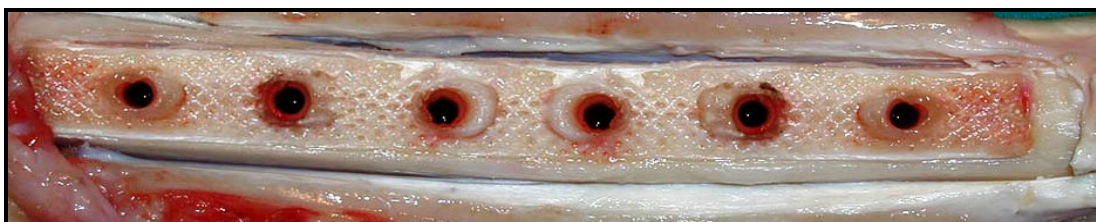


Slika 40. Lokalni nalaz kod drugoga zahvata. Pločica potpuno prerasla vezivnom ovojnicom.



Slika 41. Pločica nakon skidanja vezivne ovojnice

Prije odvijanja vijaka i odizanja pločice, oštro se zarezao periost uz rub pločice, kako bi svaki komad periosta imao istu veličinu. Po odstranjenju pločice, periost na kojemu je bila nova pločica poprimao je izgled površine pločice (42,43).



Slika 42. Lokalni nalaz kod drugoga zahvata. Odstranjena je križno ožljebljena pločica i vijci



Slika 43. Lokalni nalaz kod drugoga zahvata. Odstranjena je koso ožljebljena pločica i vijci. Periost ispod pločice ima reljef oblika kontaktne površine pločice



### 3. 8. POSTUPAK S PERIOSTIMA

Podizanje periosta s površine kosti zahtijevao je posebnu tehniku i puno strpljenja. Najteže je bilo odvajanje periosta oko mjesta gdje su vijci ulazili u kost. Intaktan periost na kojemu nije bila pločica odizan je bez većih problema (slika 44). Periost ispod pločica čvrsto je prirastao uz korteks, a odvajanje je bilo moguće tek mikrokirurškom metodom. Kombinirana je tehnika oštrog i tupog prepariranja pod operacijskim povećalima (povećanje x 4.5). Tako je dobiveni periost ostao očuvan u punoj debljini, prikladan za nastavak istraživanja.



Slika 44. Lokalni nalaz kod drugoga zahvata. Kontrolna noga, uzet je periost. Strijelice pokazuju granice intaktnog periosta i mjesta s kojega je već odignut.

Da bi periost zadržao svoj oblik i dužinu, neposredno po odvajanju od kosti, postavljan je na čvrstu podlogu i na njoj rubno zašiven. U ovom dijelu pokusa također su korištena povećala (povećanje x 2.3), a kako bi periost bio precizno našiven bez promjena oblika i dužine. Podloga (pluto, na tankoj poliuretanskoj podlozi) na koju je našiven periost pripremljena je tako da je izrezana u veličini pločice i uzetog periosta (slika 45).



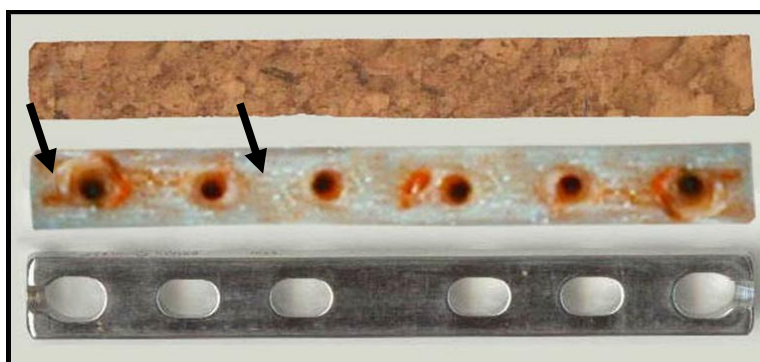
Slika 45. Tanki intaktni periost prišiven na čvrstu podlogu približne veličine

Ovako priređen materijal potapan je u plastične epruvete s 10 % puferiranim formalinom (slika 46).



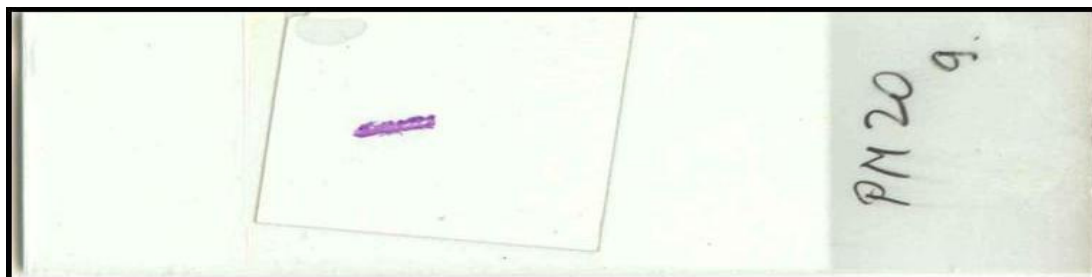
Slika 46. Fiksacija periosta u epruvetama sa formalinom

Nakon fiksacije, za histološku analizu uzeta su dva popriječna uzorka koji obuhvaćaju cijeli periost. Jedan sa sredine pločice, između dva srednja vijka, jedan između ruba pločice i prvog vijka (slika 47).



Slika 47. Uzimanje uzoraka sa sredine i ruba pločice

Ovako uzet materijal uklapao se standardnim postupkom u parafin tako da omogućava rezanje u frontalnoj ravnini (popriječno na uzdužnu os kosti).



Slika 48. Stakalce sa periostom ispod pločice križno (mrežasto) ožljebljene površine. Oznake: PM (periost ispod mrežasto ožljebljene pločice), 2 O (ovca broj dva), 9. (redni broj reza)

Za histološku analizu pripremljeno je šest rezova po uzorku iz različite dubine, dobivenih pluserijskim rezanjem. Na svakih 30  $\mu\text{m}$  uzastopni rezovi (debljine 3-5  $\mu\text{m}$ ) obojeno je standardno hemalaun-eozinom te imunohistokemijski za prikaz krvnih žila. Rezovi su označeni od 1 do 12, prvih šest uzeto je srednjeg dijela periosta. Oni označeni brojevima 7-12, uzeti su između ruba pločice i prvog vijka (slika 48).

Imunohistokemijska reakcija načinjena je standardnim postupkom prema specifikaciji proizvođača, a za prikaz krvnih žila korištena su protutijela von Willenbrand faktor, CD 31 te CD34 (Dako, Glostrup, Danska). Ukratko, na opisani način pripremljena su 432 kvalitetna preparata od 36 periosta (72 po svakom periostu).

### 3.9. DIGITALIZACIJA SLIKE

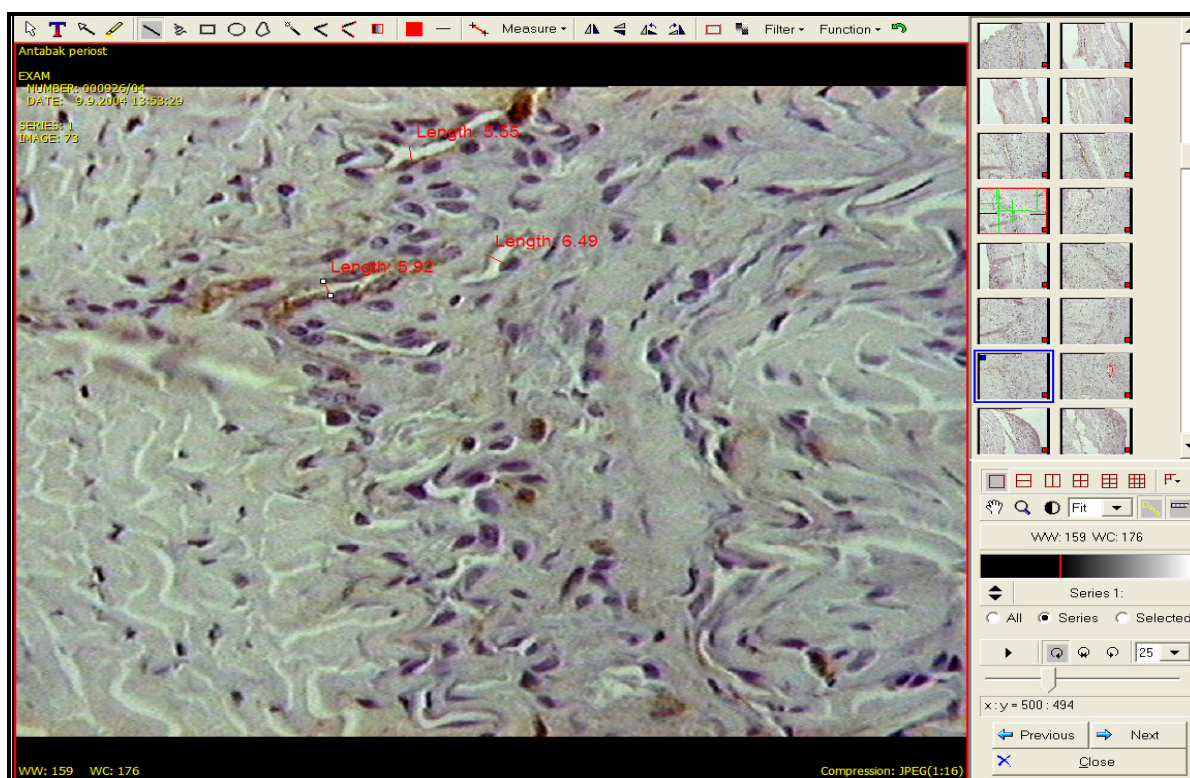
Mikroskopska slika preparata se digitalizirala (sustav Diaplan Leitz mikroskop, videokamera JVC TK-1270) na šest vidnih polja srednjeg povećanja (objektiv x 25) koja obuhvaćaju periost veličine 300x250  $\mu\text{m}$  (75000  $\mu\text{m}^2$ ). Na taj način digitalizirana su za svaki ispitivani periost 432 vidna polja, odnosno na čvrsti disk pohranjeno je ukupno 2592 vidna polja. Digitalizirana slika je pohranjena u JPEG Image formatu, uvijek u dimenziji 720x574 piksla. Svaka slika uzima digitalnog prostora između 70 i 100 KB, ovisno o sadržaju slike. Horizontalna i vertikalna rezolucija pohranjene slike je 120 dpi-a. Kvaliteta boje je 24 bit-a. Za mjerenja krvnih žila u digitaliziranim zapisima vidnih polja bilo je potrebno načiniti korekciju i ujednačavanje vizualnih osobina zapisa (slika). Za te potrebe korišten je računalni program Microsoft® Office Picture Manager, Copyright© 2003 Microsoft Corporation.

### 3.10. MORFOMETRIJSKA MJERENJA

Za morfometrijska mjerenja korišteni su računalni programi za automatsku obradbu slike ISSA i SFORM (VAMS, Zagreb) (slika 49), i program ImageJ 1.33h, (Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA, izdanje 2004) slobodan za javnu upotrebu i dostupna na <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.

Kako niti jedan od ova dva programa nisu izvorno načinjena za specifična mjerenja vaskularnih formacija u preparatima periosta, kombinirana je upotreba alata obaju programa. Dakle mjerenja su obavljena poluautomatski. Kao vaskularni prostor određena je imunoreaktivna tvorba. Automatski su mjerene površina tkiva periosta u vidnom polju, pojedinačna površina vaskularnih formacija, srednje vrijednosti površina vaskularnih formacija u jednom vidnom polju i standardna devijacija vrijednosti za svako vidno polje. Zajedno s ovim operacijama računalni program uvijek pokazuje minimalne i maksimalne vrijednosti. Ručno su obilježavane vaskularne formacije.





Slika 49. Mjerenja veličina krvnih prostora računalnim programom za automatsku obradu slike ISSA i SFORM (VAMS, Zagreb)

Izmjerene vrijednosti uvrštene su u proračunske tablice, računalnog programa za izvršavanje proračuna analize informacija i upravljanje popisima u proračunskim tablicama (Microsoft® Office Excel, Copyright© 2003 Microsoft Corporation). U tablicama su izmjerene vrijednosti sa svako vidno polje pretvarane u volumne odnose po formuli  $\text{volumna gustoća} = (\text{broj krvnih žila} \times \text{srednja površina krvnih žila} / \text{površina vidnog polja periosta}) \times 1000 \text{ (mm}^3/\text{cm}^3\text{)}$ . Te vrijednosti su unesene u proračunske tablice softvera za statističku obradbu podataka, a radi testiranja značajnosti razlike.

### 3.11. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Kako nismo prethodno provjerili distribuciju numeričkih vrijednosti relativnog volumena kapilara u periostima ispod standardne pločice, zdravog periosta i periostima na kojima je bila postavljena nova pločica, (nema ih ni u literaturi) u ovoj studiji korišteni su neparametrijski testovi. Kako se radi o neovisnim uzorcima, upotrebljen je Kruskal-Wallis test. Deskriptivna statistika i testiranje značajnosti razlika volumne gustoće mikrocirkulacije u uzetim uzorcima učinjeni su u programskom paketu *Statistica 6.0* (Edition 1999., StatSoft. Inc.).

Metodologija analize periostalne mikrocirkulacije je posve nova i prema dostupnoj literaturi nije do sada izučavana.

## 4. REZULTATI

### Prvi dio pokusa

Prvi dio pokusa analizira morfološku sliku i kvantificira periostalnu cirkulaciju (volumna gustoća mikrocirkulacije) **mirnog (intaktnog) periosta** na šest uzoraka. Periost je tanak, pune debljine u vidnom polju veličine 300x250 µm. Zonu I čine stanice poredane tek u nekoliko slojeva, slabo bazofilne citoplazme, malih jezgara. Većinom izdužena izgleda. To su osteoblasti i koštane prastanice (osteoprogenitorne stanice). Krvnih žila nema. Zona II je transparentna, zbog amorfnosti međustanične tvari, a staničnih elemenata je malo. U oskudno fino vezivo, posloženo u pravilne snopiće, i međustaničnu tvar položene su krvne žile. Gotovo sve su to kapilare bez pretežita smjera i po koja prateća vena. Zone I i II čine tek oko 20 % ukupne debljine mirnog periosta. Zona III je najdeblja, a grade ju gusto položene vezivne niti, grublje strukture. Fibroblasti su intenzivno primaju boje pa je ovo dobro uočljiv dio periosta. Oskudne tek sporadične krvne žile u ovom dijelu periosta čine kapilare. Kvantifikacija mikrocirkulacije u šest intaktnih periosta uzetih od šest pokusnih životinja načinjena je računanjem volumne gustoće krvnih žila periosta u 432 vidna polja, a na osnovu izmjerenih vrijednosti površine krvnih žila i površine periosta u svakom vidnom polju (tablica 1).

Tablica 1. Rezultati mjerenja intaktnog periosta i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

INTAKTAN									
Redni broj	Periost (1-6)	Rez (1-12)	Vidno polje (1-6)	Br. K.ž	Psr. K.ž.	P VP	V Gustoća	Ovca (1-9)	Noga (1-4)
1	1	1	1	6	288	71988	<b>24,00</b>	1	2
2	1	1	2	7	231	65891	<b>24,54</b>	1	2
3	1	1	3	6	274	67023	<b>24,53</b>	1	2
4	1	1	4	7	251	65490	<b>26,83</b>	1	2
5	1	1	5	5	400	72300	<b>27,66</b>	1	2
6	1	1	6	6	320	69892	<b>27,47</b>	1	2
7	1	2	1	8	299	71200	<b>33,60</b>	1	2
8	1	2	2	7	292	71939	<b>28,41</b>	1	2
9	1	2	3	7	267	72000	<b>25,96</b>	1	2
10	1	2	4	8	242	71823	<b>26,96</b>	1	2
11	1	2	5	6	289	72034	<b>24,07</b>	1	2
12	1	2	6	8	251	72023	<b>27,88</b>	1	2
13	1	3	1	6	323	73298	<b>26,44</b>	1	2
14	1	3	2	7	299	73299	<b>28,55</b>	1	2
15	1	3	3	6	352	74232	<b>28,45</b>	1	2
16	1	3	4	7	302	75000	<b>28,19</b>	1	2
17	1	3	5	8	301	75000	<b>32,11</b>	1	2

#### LEGENDA:

Br. - broj

K.ž. - krvne žile

Psr. - srednja površina

P - površina

VP – vidno polje

V - volumen



18	1	3	6	7	289	75000	<b>26,97</b>	1	2
19	1	4	1	6	341	74299	<b>27,54</b>	1	2
20	1	4	2	6	368	73820	<b>29,91</b>	1	2
21	1	4	3	6	328	72871	<b>27,01</b>	1	2
22	1	4	4	6	354	74333	<b>28,57</b>	1	2
23	1	4	5	6	321	74390	<b>25,89</b>	1	2
24	1	4	6	7	264	75000	<b>24,64</b>	1	2
25	1	5	1	8	275	75000	<b>29,33</b>	1	2
26	1	5	2	6	318	74622	<b>25,57</b>	1	2
27	1	5	3	6	312	73332	<b>25,53</b>	1	2
28	1	5	4	6	400	73299	<b>32,74</b>	1	2
29	1	5	5	6	376	74302	<b>30,36</b>	1	2
30	1	5	6	7	304	70989	<b>29,98</b>	1	2
31	1	6	1	6	321	72966	<b>26,40</b>	1	2
32	1	6	2	7	299	74821	<b>27,97</b>	1	2
33	1	6	3	7	278	74629	<b>26,08</b>	1	2
34	1	6	4	6	310	74583	<b>24,94</b>	1	2
35	1	6	5	6	368	72178	<b>30,59</b>	1	2
36	1	6	6	6	328	69056	<b>28,50</b>	1	2
37	1	7	1	6	354	69891	<b>30,39</b>	1	2
38	1	7	2	7	301	73283	<b>28,75</b>	1	2
39	1	7	3	6	362	74091	<b>29,32</b>	1	2
40	1	7	4	7	299	73649	<b>28,42</b>	1	2
41	1	7	5	6	358	74381	<b>28,88</b>	1	2
42	1	7	6	6	388	75000	<b>31,04</b>	1	2
43	1	8	1	6	304	74302	<b>24,55</b>	1	2
44	1	8	2	6	379	74327	<b>30,59</b>	1	2
45	1	8	3	6	344	75000	<b>27,52</b>	1	2
46	1	8	4	8	268	74899	<b>28,63</b>	1	2
47	1	8	5	6	321	74319	<b>25,92</b>	1	2
48	1	8	6	6	312	72778	<b>25,72</b>	1	2
49	1	9	1	6	337	72929	<b>27,73</b>	1	2
50	1	9	2	7	332	74299	<b>31,28</b>	1	2
51	1	9	3	8	249	74561	<b>26,72</b>	1	2
52	1	9	4	7	221	73897	<b>20,93</b>	1	2
53	1	9	5	6	323	74902	<b>25,87</b>	1	2
54	1	9	6	7	299	73911	<b>28,32</b>	1	2
55	1	10	1	6	352	71830	<b>29,40</b>	1	2
56	1	10	2	6	322	72909	<b>26,50</b>	1	2
57	1	10	3	6	316	73892	<b>25,66</b>	1	2
58	1	10	4	6	339	73892	<b>27,53</b>	1	2
59	1	10	5	6	341	72972	<b>28,04</b>	1	2
60	1	10	6	6	368	74561	<b>29,61</b>	1	2
61	1	11	1	6	328	75000	<b>26,24</b>	1	2
62	1	11	2	7	314	75000	<b>29,31</b>	1	2
63	1	11	3	6	321	75000	<b>25,68</b>	1	2
64	1	11	4	6	339	75000	<b>27,12</b>	1	2

65	1	11	5	6	310	74294	<b>25,04</b>	1	2
66	1	11	6	6	342	74619	<b>27,50</b>	1	2
67	1	12	1	6	413	74281	<b>33,36</b>	1	2
68	1	12	2	6	376	74561	<b>30,26</b>	1	2
69	1	12	3	6	354	74392	<b>28,55</b>	1	2
70	1	12	4	6	321	73988	<b>26,03</b>	1	2
71	1	12	5	7	268	74452	<b>25,20</b>	1	2
72	1	12	6	7	288	74462	<b>27,07</b>	1	2
73	2	1	1	6	344	74772	<b>27,60</b>	2	1
74	2	1	2	7	368	74599	<b>34,53</b>	2	1
75	2	1	3	6	328	74329	<b>26,48</b>	2	1
76	2	1	4	7	304	74559	<b>28,54</b>	2	1
77	2	1	5	6	321	73622	<b>26,16</b>	2	1
78	2	1	6	6	362	74591	<b>29,12</b>	2	1
79	2	2	1	6	329	74592	<b>26,46</b>	2	1
80	2	2	2	6	328	74566	<b>26,39</b>	2	1
81	2	2	3	6	321	75000	<b>25,68</b>	2	1
82	2	2	4	7	322	74998	<b>30,05</b>	2	1
83	2	2	5	6	299	74882	<b>23,96</b>	2	1
84	2	2	6	7	308	74398	<b>28,98</b>	2	1
85	2	3	1	6	368	74989	<b>29,44</b>	2	1
86	2	3	2	6	374	74829	<b>29,99</b>	2	1
87	2	3	3	6	379	74398	<b>30,57</b>	2	1
88	2	3	4	6	334	74629	<b>26,85</b>	2	1
89	2	3	5	7	298	74831	<b>27,88</b>	2	1
90	2	3	6	8	278	74219	<b>29,97</b>	2	1
91	2	4	1	7	272	75000	<b>25,39</b>	2	1
92	2	4	2	6	337	75000	<b>26,96</b>	2	1
93	2	4	3	6	332	73022	<b>27,28</b>	2	1
94	2	4	4	6	299	73019	<b>24,57</b>	2	1
95	2	4	5	6	321	73882	<b>26,07</b>	2	1
96	2	4	6	7	303	74392	<b>28,51</b>	2	1
97	2	5	1	6	319	73929	<b>25,89</b>	2	1
98	2	5	2	7	300	74426	<b>28,22</b>	2	1
99	2	5	3	8	298	73929	<b>32,25</b>	2	1
100	2	5	4	7	302	74392	<b>28,42</b>	2	1
101	2	5	5	6	355	75000	<b>28,40</b>	2	1
102	2	5	6	6	337	54899	<b>36,83</b>	2	1
103	2	6	1	6	332	74832	<b>26,62</b>	2	1
104	2	6	2	6	331	74281	<b>26,74</b>	2	1
105	2	6	3	6	351	74825	<b>28,15</b>	2	1
106	2	6	4	6	323	74525	<b>26,00</b>	2	1
107	2	6	5	6	331	74629	<b>26,61</b>	2	1
108	2	6	6	6	352	74171	<b>28,47</b>	2	1
109	2	7	1	6	322	74218	<b>26,03</b>	2	1
110	2	7	2	7	300	75000	<b>28,00</b>	2	1
111	2	7	3	6	289	74989	<b>23,12</b>	2	1

112	2	7	4	7	301	74829	<b>28,16</b>	2	1
113	2	7	5	6	358	74398	<b>28,87</b>	2	1
114	2	7	6	6	328	74629	<b>26,37</b>	2	1
115	2	8	1	6	354	74831	<b>28,38</b>	2	1
116	2	8	2	6	321	74171	<b>25,97</b>	2	1
117	2	8	3	6	321	74218	<b>25,95</b>	2	1
118	2	8	4	7	272	75000	<b>25,39</b>	2	1
119	2	8	5	7	297	74989	<b>27,72</b>	2	1
120	2	8	6	8	262	74392	<b>28,18</b>	2	1
121	2	9	1	6	339	73929	<b>27,51</b>	2	1
122	2	9	2	6	400	74426	<b>32,25</b>	2	1
123	2	9	3	6	355	73929	<b>28,81</b>	2	1
124	2	9	4	6	347	74392	<b>27,99</b>	2	1
125	2	9	5	6	352	75000	<b>28,16</b>	2	1
126	2	9	6	6	272	54899	<b>29,73</b>	2	1
127	2	10	1	7	316	74832	<b>29,56</b>	2	1
128	2	10	2	6	299	74281	<b>24,15</b>	2	1
129	2	10	3	6	341	74825	<b>27,34</b>	2	1
130	2	10	4	6	368	74525	<b>29,63</b>	2	1
131	2	10	5	6	328	74629	<b>26,37</b>	2	1
132	2	10	6	7	314	74171	<b>29,63</b>	2	1
133	2	11	1	6	321	74218	<b>25,95</b>	2	1
134	2	11	2	7	264	75000	<b>24,64</b>	2	1
135	2	11	3	6	298	74989	<b>23,84</b>	2	1
136	2	11	4	7	310	74381	<b>29,17</b>	2	1
137	2	11	5	6	352	75000	<b>28,16</b>	2	1
138	2	11	6	6	403	74302	<b>32,54</b>	2	1
139	2	12	1	6	396	74327	<b>31,97</b>	2	1
140	2	12	2	6	354	75000	<b>28,32</b>	2	1
141	2	12	3	6	321	74899	<b>25,71</b>	2	1
142	2	12	4	8	268	74118	<b>28,93</b>	2	1
143	2	12	5	6	360	75000	<b>28,80</b>	2	1
144	2	12	6	6	310	74989	<b>24,80</b>	2	1
145	3	1	1	6	368	74381	<b>29,69</b>	3	4
146	3	1	2	6	328	75000	<b>26,24</b>	3	4
147	3	1	3	6	354	75000	<b>28,32</b>	3	4
148	3	1	4	7	291	72030	<b>28,28</b>	3	4
149	3	1	5	7	251	71833	<b>24,46</b>	3	4
150	3	1	6	6	358	72334	<b>29,70</b>	3	4
151	3	2	1	6	354	73023	<b>29,09</b>	3	4
152	3	2	2	6	348	73398	<b>28,45</b>	3	4
153	3	2	3	6	360	73239	<b>29,49</b>	3	4
154	3	2	4	7	310	74332	<b>29,19</b>	3	4
155	3	2	5	6	274	75000	<b>21,92</b>	3	4
156	3	2	6	7	296	74000	<b>28,00</b>	3	4
157	3	3	1	6	385	72099	<b>32,04</b>	3	4
158	3	3	2	6	397	73299	<b>32,50</b>	3	4

159	3	3	3	6	359	73830	<b>29,18</b>	3	4
160	3	3	4	6	396	74871	<b>31,73</b>	3	4
161	3	3	5	6	351	74393	<b>28,31</b>	3	4
162	3	3	6	6	339	74330	<b>27,36</b>	3	4
163	3	4	1	7	308	74941	<b>28,77</b>	3	4
164	3	4	2	6	339	75000	<b>27,12</b>	3	4
165	3	4	3	6	341	74322	<b>27,53</b>	3	4
166	3	4	4	6	348	73432	<b>28,43</b>	3	4
167	3	4	5	6	328	73299	<b>26,85</b>	3	4
168	3	4	6	7	314	74902	<b>29,35</b>	3	4
169	3	5	1	6	321	73989	<b>26,03</b>	3	4
170	3	5	2	7	288	73966	<b>27,26</b>	3	4
171	3	5	3	6	310	74821	<b>24,86</b>	3	4
172	3	5	4	6	372	74329	<b>30,03</b>	3	4
173	3	5	5	6	413	74593	<b>33,22</b>	3	4
174	3	5	6	6	376	72178	<b>31,26</b>	3	4
175	3	6	1	6	354	69956	<b>30,36</b>	3	4
176	3	6	2	6	321	69891	<b>27,56</b>	3	4
177	3	6	3	6	298	73293	<b>24,40</b>	3	4
178	3	6	4	6	288	74091	<b>23,32</b>	3	4
179	3	6	5	6	310	74649	<b>24,92</b>	3	4
180	3	6	6	6	344	74981	<b>27,53</b>	3	4
181	3	7	1	6	328	75000	<b>26,24</b>	3	4
182	3	7	2	7	304	74902	<b>28,41</b>	3	4
183	3	7	3	6	321	74397	<b>25,89</b>	3	4
184	3	7	4	7	322	75000	<b>30,05</b>	3	4
185	3	7	5	6	299	74291	<b>24,15</b>	3	4
186	3	7	6	6	328	74329	<b>26,48</b>	3	4
187	3	8	1	6	321	73778	<b>26,11</b>	3	4
188	3	8	2	6	362	72729	<b>29,86</b>	3	4
189	3	8	3	6	299	74699	<b>24,02</b>	3	4
190	3	8	4	7	308	74961	<b>28,76</b>	3	4
191	3	8	5	6	388	74897	<b>31,08</b>	3	4
192	3	8	6	7	304	74992	<b>28,38</b>	3	4
193	3	9	1	6	379	74002	<b>30,73</b>	3	4
194	3	9	2	6	366	73327	<b>29,95</b>	3	4
195	3	9	3	6	362	73900	<b>29,39</b>	3	4
196	3	9	4	6	438	74829	<b>35,12</b>	3	4
197	3	9	5	6	272	73319	<b>22,26</b>	3	4
198	3	9	6	6	337	71378	<b>28,33</b>	3	4
199	3	10	1	7	302	72129	<b>29,31</b>	3	4
200	3	10	2	6	339	74339	<b>27,36</b>	3	4
201	3	10	3	6	341	74331	<b>27,53</b>	3	4
202	3	10	4	6	368	73457	<b>30,06</b>	3	4
203	3	10	5	6	328	74552	<b>26,40</b>	3	4
204	3	10	6	7	302	73894	<b>28,61</b>	3	4
205	3	11	1	6	321	74310	<b>25,92</b>	3	4

206	3	11	2	7	288	74299	<b>27,13</b>	3	4
207	3	11	3	6	310	73382	<b>25,35</b>	3	4
208	3	11	4	6	412	74772	<b>33,06</b>	3	4
209	3	11	5	6	413	74882	<b>33,09</b>	3	4
210	3	11	6	6	376	73241	<b>30,80</b>	3	4
211	3	12	1	6	354	74421	<b>28,54</b>	3	4
212	3	12	2	6	321	74908	<b>25,71</b>	3	4
213	3	12	3	6	368	74922	<b>29,47</b>	3	4
214	3	12	4	6	288	74380	<b>23,23</b>	3	4
215	3	12	5	6	358	74213	<b>28,94</b>	3	4
216	3	12	6	6	345	74644	<b>27,73</b>	3	4
217	4	1	1	6	328	74233	<b>26,51</b>	4	3
218	4	1	2	7	301	74828	<b>28,16</b>	4	3
219	4	1	3	6	321	74335	<b>25,91</b>	4	3
220	4	1	4	7	302	73928	<b>28,60</b>	4	3
221	4	1	5	6	299	72465	<b>24,76</b>	4	3
222	4	1	6	6	328	74452	<b>26,43</b>	4	3
223	4	2	1	6	321	74739	<b>25,77</b>	4	3
224	4	2	2	6	362	74849	<b>29,02</b>	4	3
225	4	2	3	6	299	74581	<b>24,05</b>	4	3
226	4	2	4	6	308	74533	<b>24,79</b>	4	3
227	4	2	5	6	388	74846	<b>31,10</b>	4	3
228	4	2	6	7	304	74238	<b>28,66</b>	4	3
229	4	3	1	6	379	74528	<b>30,51</b>	4	3
230	4	3	2	7	311	74332	<b>29,29</b>	4	3
231	4	3	3	6	298	73999	<b>24,16</b>	4	3
232	4	3	4	6	278	74298	<b>22,45</b>	4	3
233	4	3	5	6	292	74282	<b>23,59</b>	4	3
234	4	3	6	6	337	74298	<b>27,21</b>	4	3
235	4	4	1	7	332	71989	<b>32,28</b>	4	3
236	4	4	2	6	339	71829	<b>28,32</b>	4	3
237	4	4	3	6	341	72118	<b>28,37</b>	4	3
238	4	4	4	6	268	74929	<b>21,46</b>	4	3
239	4	4	5	6	328	73331	<b>26,84</b>	4	3
240	4	4	6	7	311	74238	<b>29,32</b>	4	3
241	4	5	1	6	321	75000	<b>25,68</b>	4	3
242	4	5	2	7	238	74994	<b>22,22</b>	4	3
243	4	5	3	6	319	74992	<b>25,52</b>	4	3
244	4	5	4	6	442	74012	<b>35,83</b>	4	3
245	4	5	5	6	413	74844	<b>33,11</b>	4	3
246	4	5	6	6	399	74472	<b>32,15</b>	4	3
247	4	6	1	6	354	73128	<b>29,04</b>	4	3
248	4	6	2	6	321	74533	<b>25,84</b>	4	3
249	4	6	3	6	268	73999	<b>21,73</b>	4	3
250	4	6	4	6	288	74383	<b>23,23</b>	4	3
251	4	6	5	6	390	75000	<b>31,20</b>	4	3
252	4	6	6	6	368	74849	<b>29,50</b>	4	3



253	4	7	1	6	328	74922	<b>26,27</b>	4	3
254	4	7	2	7	304	74285	<b>28,65</b>	4	3
255	4	7	3	6	321	74736	<b>25,77</b>	4	3
256	4	7	4	7	312	74825	<b>29,19</b>	4	3
257	4	7	5	6	299	74922	<b>23,94</b>	4	3
258	4	7	6	6	328	74138	<b>26,55</b>	4	3
259	4	8	1	6	321	74548	<b>25,84</b>	4	3
260	4	8	2	6	362	73991	<b>29,35</b>	4	3
261	4	8	3	6	299	71832	<b>24,97</b>	4	3
262	4	8	4	6	308	72922	<b>25,34</b>	4	3
263	4	8	5	6	377	73834	<b>30,64</b>	4	3
264	4	8	6	7	304	73852	<b>28,81</b>	4	3
265	4	9	1	6	379	72941	<b>31,18</b>	4	3
266	4	9	2	6	334	74595	<b>26,87</b>	4	3
267	4	9	3	6	298	75000	<b>23,84</b>	4	3
268	4	9	4	6	298	74073	<b>24,14</b>	4	3
269	4	9	5	6	272	75000	<b>21,76</b>	4	3
270	4	9	6	6	337	74983	<b>26,97</b>	4	3
271	4	10	1	7	302	73824	<b>28,64</b>	4	3
272	4	10	2	6	339	74339	<b>27,36</b>	4	3
273	4	10	3	6	341	74242	<b>27,56</b>	4	3
274	4	10	4	6	368	74544	<b>29,62</b>	4	3
275	4	10	5	6	328	74383	<b>26,46</b>	4	3
276	4	10	6	7	304	73448	<b>28,97</b>	4	3
277	4	11	1	6	321	74772	<b>25,76</b>	4	3
278	4	11	2	7	228	74592	<b>21,40</b>	4	3
279	4	11	3	6	310	74332	<b>25,02</b>	4	3
280	4	11	4	6	387	74593	<b>31,13</b>	4	3
281	4	11	5	6	413	74336	<b>33,34</b>	4	3
282	4	11	6	6	376	74532	<b>30,27</b>	4	3
283	4	12	1	6	354	73693	<b>28,82</b>	4	3
284	4	12	2	6	321	74381	<b>25,89</b>	4	3
285	4	12	3	6	298	74222	<b>24,09</b>	4	3
286	4	12	4	6	288	74583	<b>23,17</b>	4	3
287	4	12	5	6	310	75000	<b>24,80</b>	4	3
288	4	12	6	6	368	74398	<b>29,68</b>	4	3
289	5	1	1	6	328	74843	<b>26,30</b>	5	1
290	5	1	2	7	304	74391	<b>28,61</b>	5	1
291	5	1	3	6	321	74119	<b>25,99</b>	5	1
292	5	1	4	7	312	74823	<b>29,19</b>	5	1
293	5	1	5	6	299	74355	<b>24,13</b>	5	1
294	5	1	6	6	328	74569	<b>26,39</b>	5	1
295	5	2	1	6	321	74831	<b>25,74</b>	5	1
296	5	2	2	6	362	74339	<b>29,22</b>	5	1
297	5	2	3	6	299	75000	<b>23,92</b>	5	1
298	5	2	4	7	302	73903	<b>28,61</b>	5	1
299	5	2	5	6	388	74022	<b>31,45</b>	5	1

300	5	2	6	7	300	73088	<b>28,73</b>	5	1
301	5	3	1	6	379	73861	<b>30,79</b>	5	1
302	5	3	2	6	334	74333	<b>26,96</b>	5	1
303	5	3	3	6	298	73449	<b>24,34</b>	5	1
304	5	3	4	6	278	74486	<b>22,39</b>	5	1
305	5	3	5	6	272	73946	<b>22,07</b>	5	1
306	5	3	6	6	337	74317	<b>27,21</b>	5	1
307	5	4	1	7	332	75000	<b>30,99</b>	5	1
308	5	4	2	6	339	53899	<b>37,74</b>	5	1
309	5	4	3	6	341	74833	<b>27,34</b>	5	1
310	5	4	4	6	368	74991	<b>29,44</b>	5	1
311	5	4	5	6	328	74785	<b>26,32</b>	5	1
312	5	4	6	6	354	74675	<b>28,44</b>	5	1
313	5	5	1	7	301	74635	<b>28,23</b>	5	1
314	5	5	2	6	298	74971	<b>23,85</b>	5	1
315	5	5	3	7	310	74238	<b>29,23</b>	5	1
316	5	5	4	6	355	75000	<b>28,40</b>	5	1
317	5	5	5	6	413	74459	<b>33,28</b>	5	1
318	5	5	6	6	376	74833	<b>30,15</b>	5	1
319	5	6	1	6	399	74395	<b>32,18</b>	5	1
320	5	6	2	6	321	74623	<b>25,81</b>	5	1
321	5	6	3	8	268	74838	<b>28,65</b>	5	1
322	5	6	4	7	288	74152	<b>27,19</b>	5	1
323	5	6	5	6	310	74282	<b>25,04</b>	5	1
324	5	6	6	6	368	75000	<b>29,44</b>	5	1
325	5	7	1	6	328	74939	<b>26,26</b>	5	1
326	5	7	2	6	304	74399	<b>24,52</b>	5	1
327	5	7	3	7	321	73999	<b>30,37</b>	5	1
328	5	7	4	6	362	74496	<b>29,16</b>	5	1
329	5	7	5	8	233	73921	<b>25,22</b>	5	1
330	5	7	6	6	328	74334	<b>26,48</b>	5	1
331	5	8	1	6	371	75000	<b>29,68</b>	5	1
332	5	8	2	6	321	74119	<b>25,99</b>	5	1
333	5	8	3	6	350	74831	<b>28,06</b>	5	1
334	5	8	4	6	308	74181	<b>24,91</b>	5	1
335	5	8	5	6	388	74275	<b>31,34</b>	5	1
336	5	8	6	6	304	74545	<b>24,47</b>	5	1
337	5	9	1	6	359	74656	<b>28,85</b>	5	1
338	5	9	2	6	334	74189	<b>27,01</b>	5	1
339	5	9	3	6	298	74288	<b>24,07</b>	5	1
340	5	9	4	6	278	75000	<b>22,24</b>	5	1
341	5	9	5	7	272	74229	<b>25,65</b>	5	1
342	5	9	6	6	337	74341	<b>27,20</b>	5	1
343	5	10	1	7	332	75000	<b>30,99</b>	5	1
344	5	10	2	6	339	73702	<b>27,60</b>	5	1
345	5	10	3	6	341	73827	<b>27,71</b>	5	1
346	5	10	4	6	368	75000	<b>29,44</b>	5	1

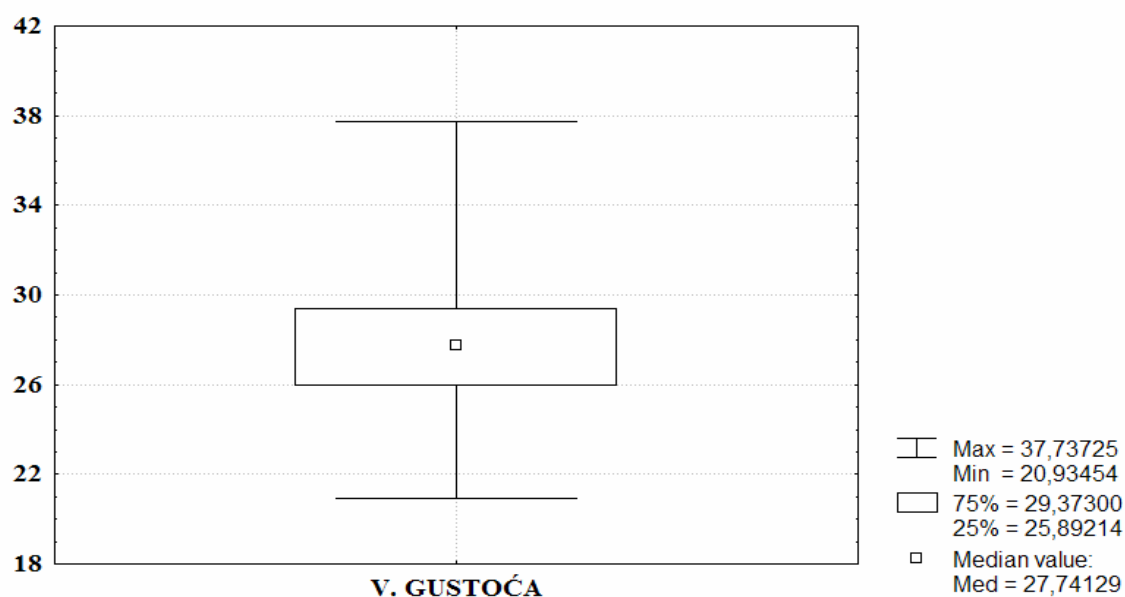
347	5	10	5	6	328	73899	<b>26,63</b>	5	1
348	5	10	6	6	354	74318	<b>28,58</b>	5	1
349	5	11	1	7	301	75000	<b>28,09</b>	5	1
350	5	11	2	6	341	73889	<b>27,69</b>	5	1
351	5	11	3	7	310	74361	<b>29,18</b>	5	1
352	5	11	4	6	312	75000	<b>24,96</b>	5	1
353	5	11	5	6	413	74900	<b>33,08</b>	5	1
354	5	11	6	6	376	74034	<b>30,47</b>	5	1
355	5	12	1	6	354	74833	<b>28,38</b>	5	1
356	5	12	2	6	321	74634	<b>25,81</b>	5	1
357	5	12	3	6	298	74323	<b>24,06</b>	5	1
358	5	12	4	7	288	74298	<b>27,13</b>	5	1
359	5	12	5	6	310	74219	<b>25,06</b>	5	1
360	5	12	6	6	368	74132	<b>29,78</b>	5	1
361	6	1	1	6	328	75000	<b>26,24</b>	6	1
362	6	1	2	6	354	74910	<b>28,35</b>	6	1
363	6	1	3	6	321	74091	<b>26,00</b>	6	1
364	6	1	4	6	333	74499	<b>26,82</b>	6	1
365	6	1	5	6	299	74130	<b>24,20</b>	6	1
366	6	1	6	7	328	74321	<b>30,89</b>	6	1
367	6	2	1	6	351	74223	<b>28,37</b>	6	1
368	6	2	2	6	462	74213	<b>37,35</b>	6	1
369	6	2	3	6	299	74931	<b>23,94</b>	6	1
370	6	2	4	6	308	75000	<b>24,64</b>	6	1
371	6	2	5	6	388	74112	<b>31,41</b>	6	1
372	6	2	6	6	304	74431	<b>24,51</b>	6	1
373	6	3	1	7	319	73293	<b>30,47</b>	6	1
374	6	3	2	6	334	74932	<b>26,74</b>	6	1
375	6	3	3	6	298	73929	<b>24,19</b>	6	1
376	6	3	4	6	278	73963	<b>22,55</b>	6	1
377	6	3	5	8	272	74824	<b>29,08</b>	6	1
378	6	3	6	7	322	74331	<b>30,32</b>	6	1
379	6	4	1	6	332	74193	<b>26,85</b>	6	1
380	6	4	2	7	312	72178	<b>30,26</b>	6	1
381	6	4	3	6	341	72956	<b>28,04</b>	6	1
382	6	4	4	6	368	70891	<b>31,15</b>	6	1
383	6	4	5	6	328	71293	<b>27,60</b>	6	1
384	6	4	6	6	354	73091	<b>29,06</b>	6	1
385	6	5	1	6	321	73649	<b>26,15</b>	6	1
386	6	5	2	6	298	73981	<b>24,17</b>	6	1
387	6	5	3	6	310	73782	<b>25,21</b>	6	1
388	6	5	4	6	312	73942	<b>25,32</b>	6	1
389	6	5	5	6	383	74300	<b>30,93</b>	6	1
390	6	5	6	6	376	74041	<b>30,47</b>	6	1
391	6	6	1	6	354	74091	<b>28,67</b>	6	1
392	6	6	2	7	321	74339	<b>30,23</b>	6	1
393	6	6	3	6	298	73218	<b>24,42</b>	6	1

394	6	6	4	7	288	72289	<b>27,89</b>	6	1
395	6	6	5	6	310	73699	<b>25,24</b>	6	1
396	6	6	6	6	368	74939	<b>29,46</b>	6	1
397	6	7	1	6	328	74809	<b>26,31</b>	6	1
398	6	7	2	6	334	74931	<b>26,74</b>	6	1
399	6	7	3	6	321	72224	<b>26,67</b>	6	1
400	6	7	4	7	312	73776	<b>29,60</b>	6	1
401	6	7	5	6	299	73765	<b>24,32</b>	6	1
402	6	7	6	7	318	73421	<b>30,32</b>	6	1
403	6	8	1	6	321	74293	<b>25,92</b>	6	1
404	6	8	2	6	362	73727	<b>29,46</b>	6	1
405	6	8	3	6	299	72239	<b>24,83</b>	6	1
406	6	8	4	6	308	73319	<b>25,20</b>	6	1
407	6	8	5	6	380	74041	<b>30,79</b>	6	1
408	6	8	6	6	304	72847	<b>25,04</b>	6	1
409	6	9	1	7	269	70002	<b>26,90</b>	6	1
410	6	9	2	6	334	70214	<b>28,54</b>	6	1
411	6	9	3	6	298	71930	<b>24,86</b>	6	1
412	6	9	4	7	278	70909	<b>27,44</b>	6	1
413	6	9	5	6	292	72842	<b>24,05</b>	6	1
414	6	9	6	7	337	72892	<b>32,36</b>	6	1
415	6	10	1	6	332	72972	<b>27,30</b>	6	1
416	6	10	2	6	338	72541	<b>27,96</b>	6	1
417	6	10	3	6	340	73511	<b>27,75</b>	6	1
418	6	10	4	7	317	73290	<b>30,28</b>	6	1
419	6	10	5	6	373	74200	<b>30,16</b>	6	1
420	6	10	6	6	376	74080	<b>30,45</b>	6	1
421	6	11	1	6	354	74014	<b>28,70</b>	6	1
422	6	11	2	7	321	74621	<b>30,11</b>	6	1
423	6	11	3	8	278	74299	<b>29,93</b>	6	1
424	6	11	4	7	309	74868	<b>28,89</b>	6	1
425	6	11	5	7	310	74325	<b>29,20</b>	6	1
426	6	11	6	6	368	73998	<b>29,84</b>	6	1
427	6	12	1	7	318	72451	<b>30,72</b>	6	1
428	6	12	2	7	304	74499	<b>28,56</b>	6	1
429	6	12	3	6	321	74721	<b>25,78</b>	6	1
430	6	12	4	6	333	74929	<b>26,67</b>	6	1
431	6	12	5	7	319	74533	<b>29,96</b>	6	1
432	6	12	6	7	295	74234	<b>27,82</b>	6	1

Tablica 2. Osnovni statistički parametri za volumnu gustoću mikrocirkulacije intaktnog periosta ovce

BASIC STATS	Valid N	Mean	Confid. -95,000	Confid. +95,000	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartil	Upper Quartil	Quartil Range	Std.Dev
V.GUSTOĆA	432	27,72	27,47	27,98	27,74	20,93	37,74	25,89	29,37	3,48	2,67

Volumna gustoća mikrocirkulacije intaktnog periosta (mm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)



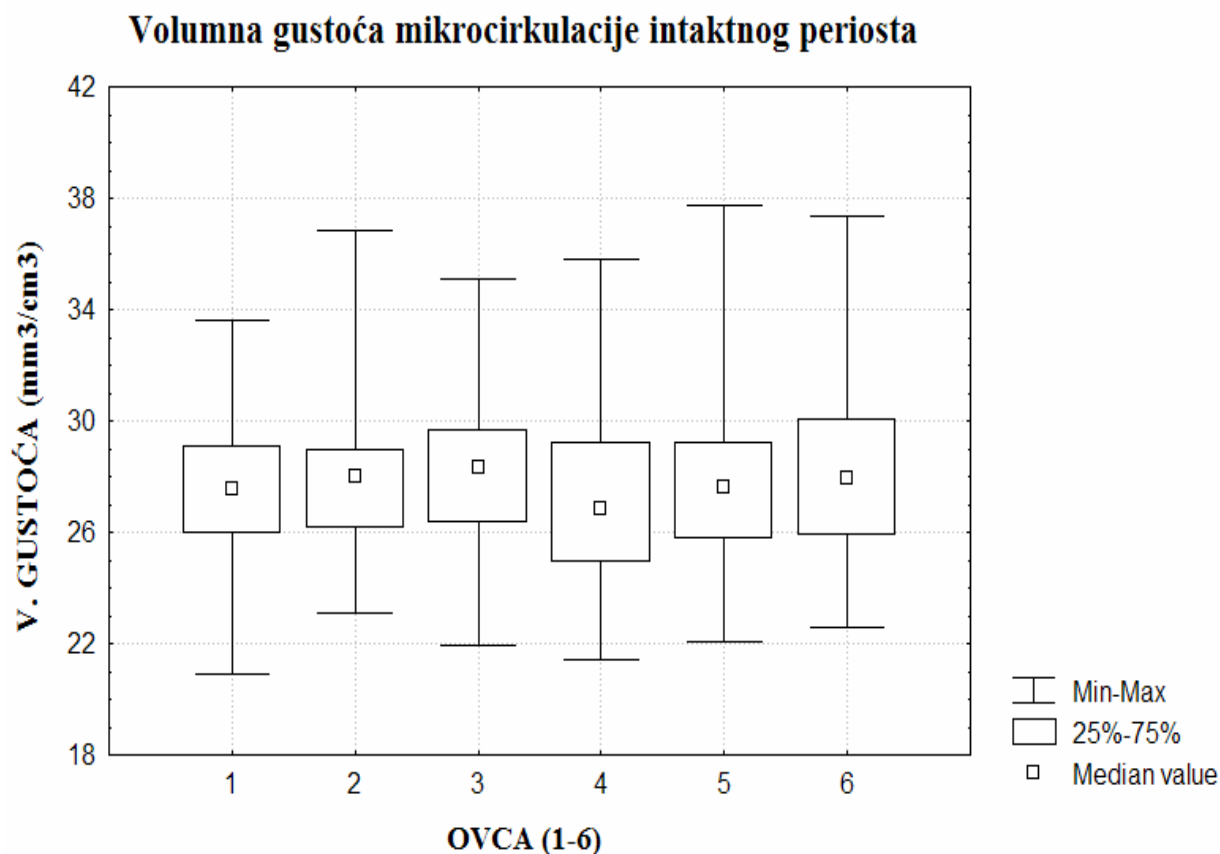
Slika 50. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije intaktnog periosta

Volumna gustoća krvnih žila intaktnog periosta mjerena je u šest životinja. Te su numeričke vrijednosti opisane u tablici 3. i prikazane box-plot dijagramom (slika 50).

Tablica 3. Neparametrijska analiza volumne gustoće intaktnog periosta ovisno o pokusnoj životinji od koje je uzet periost

NONPAR STATS Depend.: V. GUSTOĆA intaktan periost	Independent (grouping) variable: OVCA 1-6 Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 432) = 5,622928 p =,3447		
	Code	Valid N	Sum of Ranks
Ovca 1	1	72	15366,0
Ovca 2	2	72	15716,0
Ovca 3	3	72	17191,5
Ovca 4	4	72	13818,5
Ovca 5	5	72	15213,5
Ovca 6	6	72	16222,5



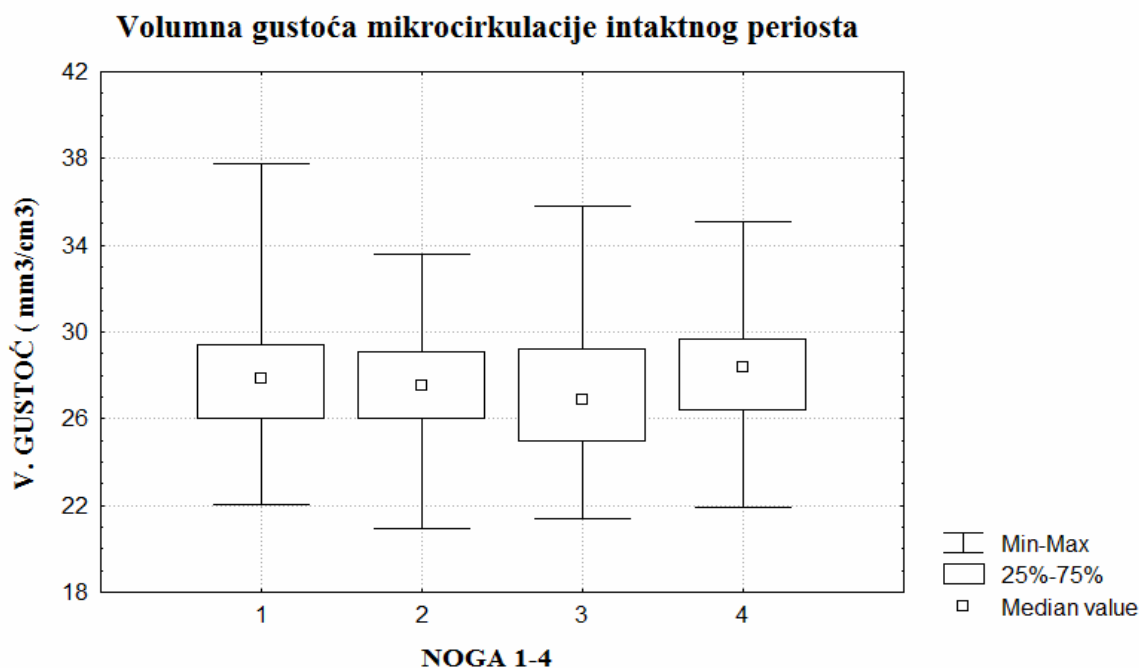


Slika 51. Box-plot prikaz volumne gustoće intaktnog periosta ovisno o pokusnoj životinji

Iz tablice 3. se vidi  $p=0,3447$ , tako da ne postoji značajnih razlika volumne gustoće intaktnog periosta u uzorku uzetom sa šest ovaca. Prikaz tog zaključka dan je na slici 51.

Tablica 4. Neparametrijska analiza volumne gustoće intaktnog periosta ovisno o nozi s koje je uzet periost

NONPAR	Independent (grouping) variable: NOGA 1-4		
STATS	Kruskal-Wallis test: H ( 3, N= 432) = 5,169373 p =,1598		
Depend.:			
V. gustoća intaktan periost	Code	Valid N	Sum of Ranks
Noga 1	1	216	47152,00
Noga 2	2	72	15366,00
Noga 3	3	72	13818,50
Noga 4	4	72	17191,50



Slika 52. Box-plot prikaz volumne gustoće intaktnog periosta ovisno o nozi s koje je uzet periost

Iz tablice 4. se vidi  $p=0,1598$ , tako da ne postoji značajnih razlika volumne gustoće intaktnog periosta u uzorku uzetom sa četiri različite noge. Prikaz tog zaključka dan je na slici 52.

## Drugi dio pokusa

Drugi dio pokusa analizira morfološku sliku i kvantificira periostalnu cirkulaciju (volumna gustoća mikrocirkulacije) periosta ispod **standardne (klasične) pločice** na šest uzoraka. Ukupna debljina periosta zamjetno je povećana. Glavninu debljine čini vezivni dio periosta. Stanice germinativnog dijela periosta su umnožene, uz jače izraženu bazofiliju citoplazme. Po veličini tek su nešto veće nego u mirnom periostu. Kapilare su ujednačena promjera, rijetko razmještene isključivo na granici Zone II i Zone III. Neodređena su smjera, bez jasnog grupiranja. Većih krvnih žila se ne nalazi. Brojnost i veličina krvnih žila periosta mjerena je na šest periosta ispod uobičajeno postavljene pločice. Volumna je gustoća krvnih žila tih periosta analizirana u 432 vidna polja, šest pokusnih životinja (tablica 5).

Tablica 5. Rezultati mjerenja periosta ispod standardne pločice i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

STADARDNI									
	Periost (1-6)	Rez (1-12)	Vidno polje (1-6)	Br. k.ž	Psr. k.ž.	P VP	V Gustoća	Ovca (1-9)	Noga (1-4)
1	1	1	1	5	211	73988	14,26	1	1
2	1	1	2	6	231	74899	18,50	1	1
3	1	1	3	5	224	75000	14,93	1	1
4	1	1	4	6	241	75000	19,28	1	1
5	1	1	5	4	311	75000	16,59	1	1
6	1	1	6	5	289	75000	19,27	1	1
7	1	2	1	5	211	74899	14,09	1	1
8	1	2	2	6	202	74958	16,17	1	1
9	1	2	3	6	232	74990	18,56	1	1
10	1	2	4	6	213	74883	17,07	1	1
11	1	2	5	5	210	74034	14,18	1	1
12	1	2	6	5	241	74083	16,27	1	1
13	1	3	1	5	323	75000	21,53	1	1
14	1	3	2	6	311	75000	24,88	1	1
15	1	3	3	5	333	75000	22,20	1	1
16	1	3	4	6	302	75000	24,16	1	1
17	1	3	5	6	301	75000	24,08	1	1
18	1	3	6	6	310	75000	24,80	1	1
19	1	4	1	5	241	74899	16,09	1	1
20	1	4	2	5	272	74880	18,16	1	1
21	1	4	3	5	256	74879	17,09	1	1
22	1	4	4	6	219	74333	17,68	1	1
23	1	4	5	5	256	74580	17,16	1	1
24	1	4	6	6	234	74990	18,72	1	1
25	1	5	1	6	224	74990	17,92	1	1
26	1	5	2	6	285	74688	22,90	1	1
27	1	5	3	5	299	74338	20,11	1	1
28	1	5	4	5	331	74899	22,10	1	1
29	1	5	5	5	323	74308	21,73	1	1
30	1	5	6	6	264	74989	21,12	1	1
31	1	6	1	5	256	74966	17,07	1	1
32	1	6	2	5	201	74889	13,42	1	1
33	1	6	3	5	221	74689	14,79	1	1
34	1	6	4	4	255	74583	13,68	1	1
35	1	6	5	5	282	74978	18,81	1	1
36	1	6	6	5	256	73056	17,52	1	1
37	1	7	1	5	219	73899	14,82	1	1
38	1	7	2	6	271	74883	21,71	1	1
39	1	7	3	5	264	74899	17,62	1	1
40	1	7	4	6	211	74649	16,96	1	1
41	1	7	5	5	291	74389	19,56	1	1

**LEGENDA:**

Br. - broj

K.ž. - krvne žile

Psr.-srednja površina

P - površina

VP – vidno polje

V - volumen

42	1	7	6	5	255	74990	<b>17,00</b>	1	1
43	1	8	1	5	304	74308	<b>20,46</b>	1	1
44	1	8	2	5	320	74389	<b>21,51</b>	1	1
45	1	8	3	5	219	74933	<b>14,61</b>	1	1
46	1	8	4	4	211	74893	<b>11,27</b>	1	1
47	1	8	5	5	256	74339	<b>17,22</b>	1	1
48	1	8	6	5	259	73978	<b>17,51</b>	1	1
49	1	9	1	5	264	73989	<b>17,84</b>	1	1
50	1	9	2	6	264	74819	<b>21,17</b>	1	1
51	1	9	3	7	232	74569	<b>21,78</b>	1	1
52	1	9	4	6	281	74197	<b>22,72</b>	1	1
53	1	9	5	5	323	74908	<b>21,56</b>	1	1
54	1	9	6	6	291	74911	<b>23,31</b>	1	1
55	1	10	1	5	313	74830	<b>20,91</b>	1	1
56	1	10	2	6	257	74909	<b>20,58</b>	1	1
57	1	10	3	5	313	74898	<b>20,90</b>	1	1
58	1	10	4	6	297	74898	<b>23,79</b>	1	1
59	1	10	5	5	291	74978	<b>19,41</b>	1	1
60	1	10	6	6	312	74569	<b>25,10</b>	1	1
61	1	11	1	5	256	74551	<b>17,17</b>	1	1
62	1	11	2	5	294	74990	<b>19,60</b>	1	1
63	1	11	3	5	256	74990	<b>17,07</b>	1	1
64	1	11	4	6	199	73390	<b>16,27</b>	1	1
65	1	11	5	6	215	74894	<b>17,22</b>	1	1
66	1	11	6	4	313	74699	<b>16,76</b>	1	1
67	1	12	1	5	263	74889	<b>17,56</b>	1	1
68	1	12	2	5	223	74569	<b>14,95</b>	1	1
69	1	12	3	5	269	74588	<b>18,03</b>	1	1
70	1	12	4	5	256	74988	<b>17,07</b>	1	1
71	1	12	5	6	231	74458	<b>18,61</b>	1	1
72	1	12	6	6	211	74468	<b>17,00</b>	1	1
73	2	1	1	6	219	74778	<b>17,57</b>	2	4
74	2	1	2	6	212	74599	<b>17,05</b>	2	4
75	2	1	3	5	256	74389	<b>17,21</b>	2	4
76	2	1	4	6	274	74559	<b>22,05</b>	2	4
77	2	1	5	5	256	74688	<b>17,14</b>	2	4
78	2	1	6	5	264	74599	<b>17,69</b>	2	4
79	2	2	1	6	270	74598	<b>21,72</b>	2	4
80	2	2	2	5	256	74566	<b>17,17</b>	2	4
81	2	2	3	5	256	74442	<b>17,19</b>	2	4
82	2	2	4	6	227	74998	<b>18,16</b>	2	4
83	2	2	5	6	231	74888	<b>18,51</b>	2	4
84	2	2	6	5	290	74588	<b>19,44</b>	2	4
85	2	3	1	5	272	74989	<b>18,14</b>	2	4
86	2	3	2	5	258	74889	<b>17,23</b>	2	4
87	2	3	3	5	320	74588	<b>21,45</b>	2	4
88	2	3	4	5	334	74689	<b>22,36</b>	2	4

89	2	3	5	6	201	74839	<b>16,11</b>	2	4
90	2	3	6	7	221	74899	<b>20,65</b>	2	4
91	2	4	1	6	222	74812	<b>17,80</b>	2	4
92	2	4	2	5	264	74329	<b>17,76</b>	2	4
93	2	4	3	5	264	74888	<b>17,63</b>	2	4
94	2	4	4	5	211	74899	<b>14,09</b>	2	4
95	2	4	5	6	256	74888	<b>20,51</b>	2	4
96	2	4	6	6	287	74588	<b>23,09</b>	2	4
97	2	5	1	5	215	74989	<b>14,34</b>	2	4
98	2	5	2	6	215	74486	<b>17,32</b>	2	4
99	2	5	3	5	201	74989	<b>13,40</b>	2	4
100	2	5	4	5	286	74588	<b>19,17</b>	2	4
101	2	5	5	5	239	73890	<b>16,17</b>	2	4
102	2	5	6	5	264	74899	<b>17,62</b>	2	4
103	2	6	1	5	264	74838	<b>17,64</b>	2	4
104	2	6	2	6	222	74889	<b>17,79</b>	2	4
105	2	6	3	6	241	74885	<b>19,31</b>	2	4
106	2	6	4	5	323	74585	<b>21,65</b>	2	4
107	2	6	5	5	212	74689	<b>14,19</b>	2	4
108	2	6	6	5	313	74979	<b>20,87</b>	2	4
109	2	7	1	5	257	74898	<b>17,16</b>	2	4
110	2	7	2	6	215	74471	<b>17,32</b>	2	4
111	2	7	3	5	244	74989	<b>16,27</b>	2	4
112	2	7	4	5	301	74889	<b>20,10</b>	2	4
113	2	7	5	5	311	74588	<b>20,85</b>	2	4
114	2	7	6	5	256	74689	<b>17,14</b>	2	4
115	2	8	1	5	279	74839	<b>18,64</b>	2	4
116	2	8	2	5	256	74979	<b>17,07</b>	2	4
117	2	8	3	5	256	74898	<b>17,09</b>	2	4
118	2	8	4	6	222	74190	<b>17,95</b>	2	4
119	2	8	5	6	232	74989	<b>18,56</b>	2	4
120	2	8	6	5	232	74588	<b>15,55</b>	2	4
121	2	9	1	4	330	74989	<b>17,60</b>	2	4
122	2	9	2	5	311	74486	<b>20,88</b>	2	4
123	2	9	3	5	229	74989	<b>15,27</b>	2	4
124	2	9	4	5	288	74588	<b>19,31</b>	2	4
125	2	9	5	5	313	74331	<b>21,05</b>	2	4
126	2	9	6	5	292	74892	<b>19,49</b>	2	4
127	2	10	1	6	303	74838	<b>24,29</b>	2	4
128	2	10	2	5	271	74889	<b>18,09</b>	2	4
129	2	10	3	6	241	74885	<b>19,31</b>	2	4
130	2	10	4	5	242	74585	<b>16,22</b>	2	4
131	2	10	5	5	256	74689	<b>17,14</b>	2	4
132	2	10	6	5	294	74979	<b>19,61</b>	2	4
133	2	11	1	4	256	74898	<b>13,67</b>	2	4
134	2	11	2	6	234	74321	<b>18,89</b>	2	4
135	2	11	3	5	261	74989	<b>17,40</b>	2	4

136	2	11	4	6	215	74389	<b>17,34</b>	2	4
137	2	11	5	5	313	74333	<b>21,05</b>	2	4
138	2	11	6	5	303	74308	<b>20,39</b>	2	4
139	2	12	1	5	303	74389	<b>20,37</b>	2	4
140	2	12	2	5	255	74115	<b>17,20</b>	2	4
141	2	12	3	5	256	74899	<b>17,09</b>	2	4
142	2	12	4	7	231	74998	<b>21,56</b>	2	4
143	2	12	5	5	330	74322	<b>22,20</b>	2	4
144	2	12	6	5	258	74989	<b>17,20</b>	2	4
145	3	1	1	5	285	74389	<b>19,16</b>	3	3
146	3	1	2	5	288	74331	<b>19,37</b>	3	3
147	3	1	3	5	269	74440	<b>18,07</b>	3	3
148	3	1	4	6	245	74030	<b>19,86</b>	3	3
149	3	1	5	6	241	74833	<b>19,32</b>	3	3
150	3	1	6	5	341	74334	<b>22,94</b>	3	3
151	3	2	1	5	259	74883	<b>17,29</b>	3	3
152	3	2	2	5	341	74588	<b>22,86</b>	3	3
153	3	2	3	6	290	74858	<b>23,24</b>	3	3
154	3	2	4	5	235	74338	<b>15,81</b>	3	3
155	3	2	5	5	274	74990	<b>18,27</b>	3	3
156	3	2	6	6	283	74899	<b>22,67</b>	3	3
157	3	3	1	5	314	74099	<b>21,19</b>	3	3
158	3	3	2	5	302	74899	<b>20,16</b>	3	3
159	3	3	3	5	340	74830	<b>22,72</b>	3	3
160	3	3	4	6	287	74879	<b>23,00</b>	3	3
161	3	3	5	5	341	74583	<b>22,86</b>	3	3
162	3	3	6	5	330	74330	<b>22,20</b>	3	3
163	3	4	1	5	287	74949	<b>19,15</b>	3	3
164	3	4	2	5	330	74340	<b>22,20</b>	3	3
165	3	4	3	5	341	74388	<b>22,92</b>	3	3
166	3	4	4	5	341	74438	<b>22,90</b>	3	3
167	3	4	5	5	256	74899	<b>17,09</b>	3	3
168	3	4	6	5	314	74908	<b>20,96</b>	3	3
169	3	5	1	5	256	74989	<b>17,07</b>	3	3
170	3	5	2	5	211	74966	<b>14,07</b>	3	3
171	3	5	3	5	275	74889	<b>18,36</b>	3	3
172	3	5	4	5	267	74389	<b>17,95</b>	3	3
173	3	5	5	5	263	74593	<b>17,63</b>	3	3
174	3	5	6	4	313	78978	<b>15,85</b>	3	3
175	3	6	1	6	219	74956	<b>17,53</b>	3	3
176	3	6	2	5	256	74899	<b>17,09</b>	3	3
177	3	6	3	5	201	74893	<b>13,42</b>	3	3
178	3	6	4	5	281	74899	<b>18,76</b>	3	3
179	3	6	5	5	275	74649	<b>18,42</b>	3	3
180	3	6	6	5	299	74989	<b>19,94</b>	3	3
181	3	7	1	5	277	74990	<b>18,47</b>	3	3
182	3	7	2	6	285	74908	<b>22,83</b>	3	3



183	3	7	3	5	286	74589	<b>19,17</b>	3	3
184	3	7	4	5	257	74433	<b>17,26</b>	3	3
185	3	7	5	5	271	74899	<b>18,09</b>	3	3
186	3	7	6	5	296	74389	<b>19,90</b>	3	3
187	3	8	1	5	269	74778	<b>17,99</b>	3	3
188	3	8	2	5	264	73321	<b>18,00</b>	3	3
189	3	8	3	6	211	74699	<b>16,95</b>	3	3
190	3	8	4	5	299	74969	<b>19,94</b>	3	3
191	3	8	5	5	265	74897	<b>17,69</b>	3	3
192	3	8	6	4	279	74998	<b>14,88</b>	3	3
193	3	9	1	5	320	74808	<b>21,39</b>	3	3
194	3	9	2	5	321	74389	<b>21,58</b>	3	3
195	3	9	3	5	284	74999	<b>18,93</b>	3	3
196	3	9	4	5	331	74889	<b>22,10</b>	3	3
197	3	9	5	5	272	74399	<b>18,28</b>	3	3
198	3	9	6	5	264	74378	<b>17,75</b>	3	3
199	3	10	1	5	292	74189	<b>19,68</b>	3	3
200	3	10	2	4	360	74358	<b>19,37</b>	3	3
201	3	10	3	5	241	74339	<b>16,21</b>	3	3
202	3	10	4	5	252	74457	<b>16,92</b>	3	3
203	3	10	5	5	256	74558	<b>17,17</b>	3	3
204	3	10	6	5	269	74894	<b>17,96</b>	3	3
205	3	11	1	5	256	74390	<b>17,21</b>	3	3
206	3	11	2	5	231	74899	<b>15,42</b>	3	3
207	3	11	3	5	235	74388	<b>15,80</b>	3	3
208	3	11	4	5	312	74778	<b>20,86</b>	3	3
209	3	11	5	5	263	74888	<b>17,56</b>	3	3
210	3	11	6	5	223	74849	<b>14,90</b>	3	3
211	3	12	1	5	249	74489	<b>16,71</b>	3	3
212	3	12	2	5	256	74908	<b>17,09</b>	3	3
213	3	12	3	5	252	74988	<b>16,80</b>	3	3
214	3	12	4	5	255	74380	<b>17,14</b>	3	3
215	3	12	5	5	311	74893	<b>20,76</b>	3	3
216	3	12	6	5	259	74644	<b>17,35</b>	3	3
217	4	1	1	5	256	75000	<b>17,07</b>	4	1
218	4	1	2	5	300	75000	<b>20,00</b>	4	1
219	4	1	3	5	256	75000	<b>17,07</b>	4	1
220	4	1	4	5	287	75000	<b>19,13</b>	4	1
221	4	1	5	5	286	75000	<b>19,07</b>	4	1
222	4	1	6	5	286	75000	<b>19,07</b>	4	1
223	4	2	1	5	256	74749	<b>17,12</b>	4	1
224	4	2	2	5	264	74849	<b>17,64</b>	4	1
225	4	2	3	5	281	74589	<b>18,84</b>	4	1
226	4	2	4	5	301	74533	<b>20,19</b>	4	1
227	4	2	5	5	275	74846	<b>18,37</b>	4	1
228	4	2	6	5	287	74838	<b>19,17</b>	4	1
229	4	3	1	6	320	74588	<b>25,74</b>	4	1

230	4	3	2	6	215	74338	<b>17,35</b>	4	1
231	4	3	3	5	241	74999	<b>16,07</b>	4	1
232	4	3	4	5	281	74898	<b>18,76</b>	4	1
233	4	3	5	5	282	74888	<b>18,83</b>	4	1
234	4	3	6	5	264	74898	<b>17,62</b>	4	1
235	4	4	1	6	264	75000	<b>21,12</b>	4	1
236	4	4	2	5	330	75000	<b>22,00</b>	4	1
237	4	4	3	6	241	75000	<b>19,28</b>	4	1
238	4	4	4	5	281	75000	<b>18,73</b>	4	1
239	4	4	5	5	256	75000	<b>17,07</b>	4	1
240	4	4	6	6	215	75000	<b>17,20</b>	4	1
241	4	5	1	5	256	74190	<b>17,25</b>	4	1
242	4	5	2	6	231	74994	<b>18,48</b>	4	1
243	4	5	3	5	215	74998	<b>14,33</b>	4	1
244	4	5	4	5	263	74898	<b>17,56</b>	4	1
245	4	5	5	5	263	74844	<b>17,57</b>	4	1
246	4	5	6	5	295	74478	<b>19,80</b>	4	1
247	4	6	1	5	289	74988	<b>19,27</b>	4	1
248	4	6	2	5	256	74533	<b>17,17</b>	4	1
249	4	6	3	6	231	74999	<b>18,48</b>	4	1
250	4	6	4	5	271	74383	<b>18,22</b>	4	1
251	4	6	5	5	275	74422	<b>18,48</b>	4	1
252	4	6	6	5	262	74849	<b>17,50</b>	4	1
253	4	7	1	6	256	74988	<b>20,48</b>	4	1
254	4	7	2	6	279	74885	<b>22,35</b>	4	1
255	4	7	3	5	286	74746	<b>19,13</b>	4	1
256	4	7	4	6	259	74885	<b>20,75</b>	4	1
257	4	7	5	5	281	74988	<b>18,74</b>	4	1
258	4	7	6	5	256	74938	<b>17,08</b>	4	1
259	4	8	1	5	256	74548	<b>17,17</b>	4	1
260	4	8	2	5	264	74999	<b>17,60</b>	4	1
261	4	8	3	5	280	74238	<b>18,86</b>	4	1
262	4	8	4	5	301	78988	<b>19,05</b>	4	1
263	4	8	5	5	257	74834	<b>17,17</b>	4	1
264	4	8	6	6	304	74858	<b>24,37</b>	4	1
265	4	9	1	5	320	78949	<b>20,27</b>	4	1
266	4	9	2	5	334	74595	<b>22,39</b>	4	1
267	4	9	3	5	291	74111	<b>19,63</b>	4	1
268	4	9	4	5	281	74874	<b>18,76</b>	4	1
269	4	9	5	5	282	74232	<b>18,99</b>	4	1
270	4	9	6	5	274	74983	<b>18,27</b>	4	1
271	4	10	1	6	299	74884	<b>23,96</b>	4	1
272	4	10	2	5	327	74358	<b>21,99</b>	4	1
273	4	10	3	5	391	74848	<b>26,12</b>	4	1
274	4	10	4	5	392	74544	<b>26,29</b>	4	1
275	4	10	5	5	376	74383	<b>25,27</b>	4	1
276	4	10	6	6	300	75000	<b>24,00</b>	4	1

277	4	11	1	5	226	74778	<b>15,11</b>	4	1
278	4	11	2	6	221	74598	<b>17,78</b>	4	1
279	4	11	3	5	245	74338	<b>16,48</b>	4	1
280	4	11	4	5	219	74593	<b>14,68</b>	4	1
281	4	11	5	5	263	74336	<b>17,69</b>	4	1
282	4	11	6	5	223	74538	<b>14,96</b>	4	1
283	4	12	1	5	259	74693	<b>17,34</b>	4	1
284	4	12	2	5	256	74389	<b>17,21</b>	4	1
285	4	12	3	5	261	74888	<b>17,43</b>	4	1
286	4	12	4	5	281	74583	<b>18,84</b>	4	1
287	4	12	5	5	255	74332	<b>17,15</b>	4	1
288	4	12	6	5	262	74588	<b>17,56</b>	4	1
289	5	1	1	5	256	74843	<b>17,10</b>	5	3
290	5	1	2	6	300	75000	<b>24,00</b>	5	3
291	5	1	3	5	266	75000	<b>17,73</b>	5	3
292	5	1	4	6	259	75000	<b>20,72</b>	5	3
293	5	1	5	5	267	75000	<b>17,80</b>	5	3
294	5	1	6	5	256	75000	<b>17,07</b>	5	3
295	5	2	1	5	256	74839	<b>17,10</b>	5	3
296	5	2	2	5	264	74358	<b>17,75</b>	5	3
297	5	2	3	5	281	74453	<b>18,87</b>	5	3
298	5	2	4	6	281	74903	<b>22,51</b>	5	3
299	5	2	5	5	285	74888	<b>19,03</b>	5	3
300	5	2	6	6	235	74888	<b>18,83</b>	5	3
301	5	3	1	5	320	74869	<b>21,37</b>	5	3
302	5	3	2	5	234	74333	<b>15,74</b>	5	3
303	5	3	3	5	259	74449	<b>17,39</b>	5	3
304	5	3	4	5	281	74486	<b>18,86</b>	5	3
305	5	3	5	5	292	74946	<b>19,48</b>	5	3
306	5	3	6	5	264	74397	<b>17,74</b>	5	3
307	5	4	1	6	264	74491	<b>17,09</b>	5	3
308	5	4	2	5	330	73899	<b>22,33</b>	5	3
309	5	4	3	5	341	74833	<b>22,78</b>	5	3
310	5	4	4	5	292	74999	<b>19,47</b>	5	3
311	5	4	5	5	256	74785	<b>17,12</b>	5	3
312	5	4	6	5	279	74675	<b>18,68</b>	5	3
313	5	5	1	6	301	74635	<b>24,20</b>	5	3
314	5	5	2	5	245	74979	<b>16,34</b>	5	3
315	5	5	3	6	215	74838	<b>17,24</b>	5	3
316	5	5	4	5	269	74322	<b>18,10</b>	5	3
317	5	5	5	5	263	74459	<b>17,66</b>	5	3
318	5	5	6	5	323	74833	<b>21,58</b>	5	3
319	5	6	1	5	265	74585	<b>17,76</b>	5	3
320	5	6	2	5	256	74683	<b>17,14</b>	5	3
321	5	6	3	8	221	75000	<b>23,57</b>	5	3
322	5	6	4	6	244	74958	<b>19,53</b>	5	3
323	5	6	5	5	277	74888	<b>18,49</b>	5	3

324	5	6	6	5	286	74551	<b>19,18</b>	5	3
325	5	7	1	5	259	74958	<b>17,28</b>	5	3
326	5	7	2	5	344	74589	<b>23,06</b>	5	3
327	5	7	3	5	256	74999	<b>17,07</b>	5	3
328	5	7	4	5	264	74496	<b>17,72</b>	5	3
329	5	7	5	8	233	74989	<b>24,86</b>	5	3
330	5	7	6	5	256	74334	<b>17,22</b>	5	3
331	5	8	1	5	256	74533	<b>17,17</b>	5	3
332	5	8	2	5	256	74999	<b>17,07</b>	5	3
333	5	8	3	5	340	74839	<b>22,72</b>	5	3
334	5	8	4	5	301	74989	<b>20,07</b>	5	3
335	5	8	5	5	273	74895	<b>18,23</b>	5	3
336	5	8	6	5	304	74545	<b>20,39</b>	5	3
337	5	9	1	5	340	74656	<b>22,77</b>	5	3
338	5	9	2	5	334	74989	<b>22,27</b>	5	3
339	5	9	3	5	201	74888	<b>13,42</b>	5	3
340	5	9	4	5	221	74551	<b>14,82</b>	5	3
341	5	9	5	6	222	74889	<b>17,79</b>	5	3
342	5	9	6	5	264	74349	<b>17,75</b>	5	3
343	5	10	1	6	264	74551	<b>21,25</b>	5	3
344	5	10	2	5	330	74708	<b>22,09</b>	5	3
345	5	10	3	5	341	74889	<b>22,77</b>	5	3
346	5	10	4	5	212	74551	<b>14,22</b>	5	3
347	5	10	5	5	256	74899	<b>17,09</b>	5	3
348	5	10	6	5	219	74398	<b>14,72</b>	5	3
349	5	11	1	6	301	74551	<b>24,23</b>	5	3
350	5	11	2	5	341	74889	<b>22,77</b>	5	3
351	5	11	3	6	215	74369	<b>17,35</b>	5	3
352	5	11	4	5	259	74551	<b>17,37</b>	5	3
353	5	11	5	5	263	74999	<b>17,53</b>	5	3
354	5	11	6	5	323	74834	<b>21,58</b>	5	3
355	5	12	1	5	219	74833	<b>14,63</b>	5	3
356	5	12	2	5	256	74634	<b>17,15</b>	5	3
357	5	12	3	5	201	74383	<b>13,51</b>	5	3
358	5	12	4	6	211	74898	<b>16,90</b>	5	3
359	5	12	5	5	215	74899	<b>14,35</b>	5	3
360	5	12	6	5	212	74938	<b>14,15</b>	5	3
361	6	1	1	5	256	74551	<b>17,17</b>	6	2
362	6	1	2	5	219	74990	<b>14,60</b>	6	2
363	6	1	3	5	256	74899	<b>17,09</b>	6	2
364	6	1	4	5	333	74499	<b>22,35</b>	6	2
365	6	1	5	5	211	74930	<b>14,08</b>	6	2
366	6	1	6	6	256	74389	<b>20,65</b>	6	2
367	6	2	1	5	341	74883	<b>22,77</b>	6	2
368	6	2	2	5	432	74893	<b>28,84</b>	6	2
369	6	2	3	5	211	74939	<b>14,08</b>	6	2
370	6	2	4	5	301	74551	<b>20,19</b>	6	2

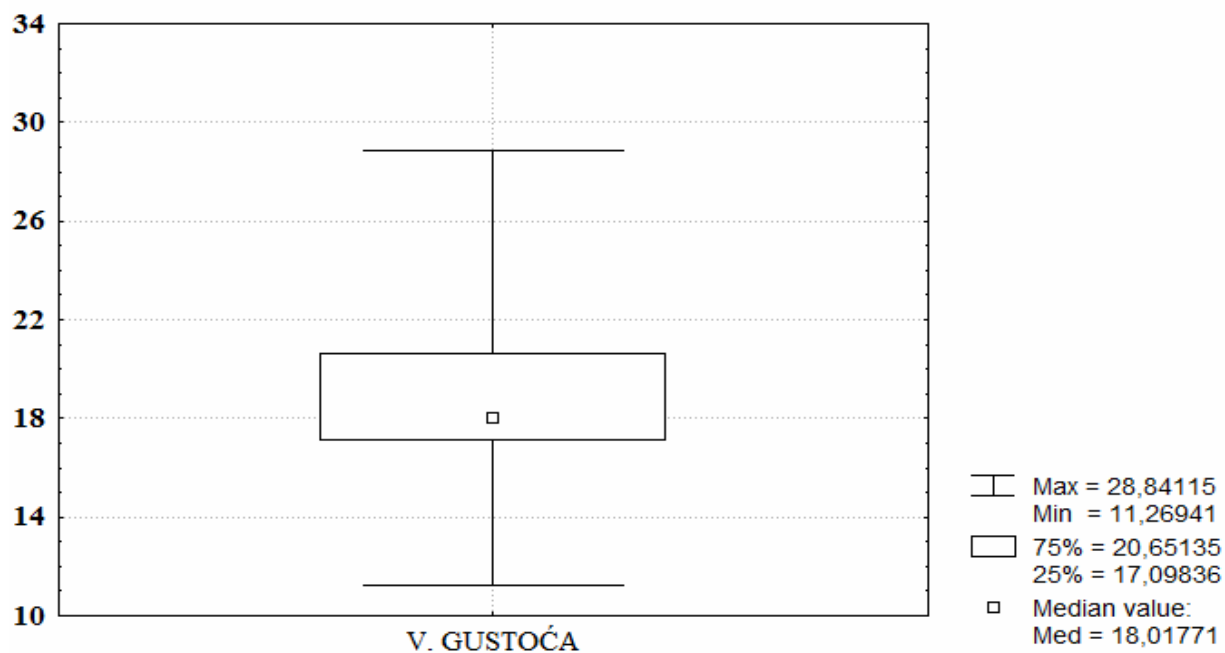
371	6	2	5	5	215	74998	<b>14,33</b>	6	2
372	6	2	6	5	304	74439	<b>20,42</b>	6	2
373	6	3	1	6	215	74893	<b>17,22</b>	6	2
374	6	3	2	5	334	74938	<b>22,29</b>	6	2
375	6	3	3	5	201	74989	<b>13,40</b>	6	2
376	6	3	4	5	221	74963	<b>14,74</b>	6	2
377	6	3	5	7	222	74884	<b>20,75</b>	6	2
378	6	3	6	6	257	74339	<b>20,74</b>	6	2
379	6	4	1	5	264	74993	<b>17,60</b>	6	2
380	6	4	2	5	259	74478	<b>17,39</b>	6	2
381	6	4	3	5	341	74356	<b>22,93</b>	6	2
382	6	4	4	5	212	74899	<b>14,15</b>	6	2
383	6	4	5	5	256	74593	<b>17,16</b>	6	2
384	6	4	6	5	219	74899	<b>14,62</b>	6	2
385	6	5	1	5	256	74649	<b>17,15</b>	6	2
386	6	5	2	5	201	74989	<b>13,40</b>	6	2
387	6	5	3	5	215	74788	<b>14,37</b>	6	2
388	6	5	4	5	259	74948	<b>17,28</b>	6	2
389	6	5	5	5	313	74399	<b>21,04</b>	6	2
390	6	5	6	5	323	74849	<b>21,58</b>	6	2
391	6	6	1	5	219	74899	<b>14,62</b>	6	2
392	6	6	2	5	256	74358	<b>17,21</b>	6	2
393	6	6	3	5	201	74898	<b>13,42</b>	6	2
394	6	6	4	6	211	74889	<b>16,91</b>	6	2
395	6	6	5	5	215	74699	<b>14,39</b>	6	2
396	6	6	6	5	212	74958	<b>14,14</b>	6	2
397	6	7	1	5	256	74809	<b>17,11</b>	6	2
398	6	7	2	4	334	74939	<b>17,83</b>	6	2
399	6	7	3	5	256	78884	<b>16,23</b>	6	2
400	6	7	4	5	259	74776	<b>17,32</b>	6	2
401	6	7	5	5	211	74765	<b>14,11</b>	6	2
402	6	7	6	5	215	74489	<b>14,43</b>	6	2
403	6	8	1	5	256	74893	<b>17,09</b>	6	2
404	6	8	2	5	342	74789	<b>22,86</b>	6	2
405	6	8	3	5	211	74858	<b>14,09</b>	6	2
406	6	8	4	5	301	74399	<b>20,23</b>	6	2
407	6	8	5	5	215	74849	<b>14,36</b>	6	2
408	6	8	6	5	304	74147	<b>20,50</b>	6	2
409	6	9	1	6	230	75000	<b>18,40</b>	6	2
410	6	9	2	5	334	75000	<b>22,27</b>	6	2
411	6	9	3	5	201	75000	<b>13,40</b>	6	2
412	6	9	4	6	221	75000	<b>17,68</b>	6	2
413	6	9	5	5	202	75000	<b>13,47</b>	6	2
414	6	9	6	6	264	75000	<b>21,12</b>	6	2
415	6	10	1	5	264	74978	<b>17,61</b>	6	2
416	6	10	2	5	212	74549	<b>14,22</b>	6	2
417	6	10	3	5	370	74599	<b>24,80</b>	6	2

418	6	10	4	6	259	74890	<b>20,75</b>	6	2
419	6	10	5	5	343	74899	<b>22,90</b>	6	2
420	6	10	6	5	323	74880	<b>21,57</b>	6	2
421	6	11	1	5	296	74894	<b>19,76</b>	6	2
422	6	11	2	6	296	74689	<b>23,78</b>	6	2
423	6	11	3	6	221	74899	<b>17,70</b>	6	2
424	6	11	4	6	215	74868	<b>17,23</b>	6	2
425	6	11	5	6	215	74385	<b>17,34</b>	6	2
426	6	11	6	6	255	74998	<b>20,40</b>	6	2
427	6	12	1	6	269	75000	<b>21,52</b>	6	2
428	6	12	2	5	304	75000	<b>20,27</b>	6	2
429	6	12	3	5	277	75000	<b>18,47</b>	6	2
430	6	12	4	5	289	75000	<b>19,27</b>	6	2
431	6	12	5	6	278	75000	<b>22,24</b>	6	2
432	6	12	6	6	299	75000	<b>23,92</b>	6	2

Tablica 6. Osnovni statistički parametri volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod klasične pločice

KLASIČNA PLOČICA	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
V. Gustoća	432	18,65039	18,01771	11,26941	28,84115	17,09836	20,65135	3,552991	2,815339

Volumna gustoća mikrocirkulacije ispod klasične pločice (mm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)

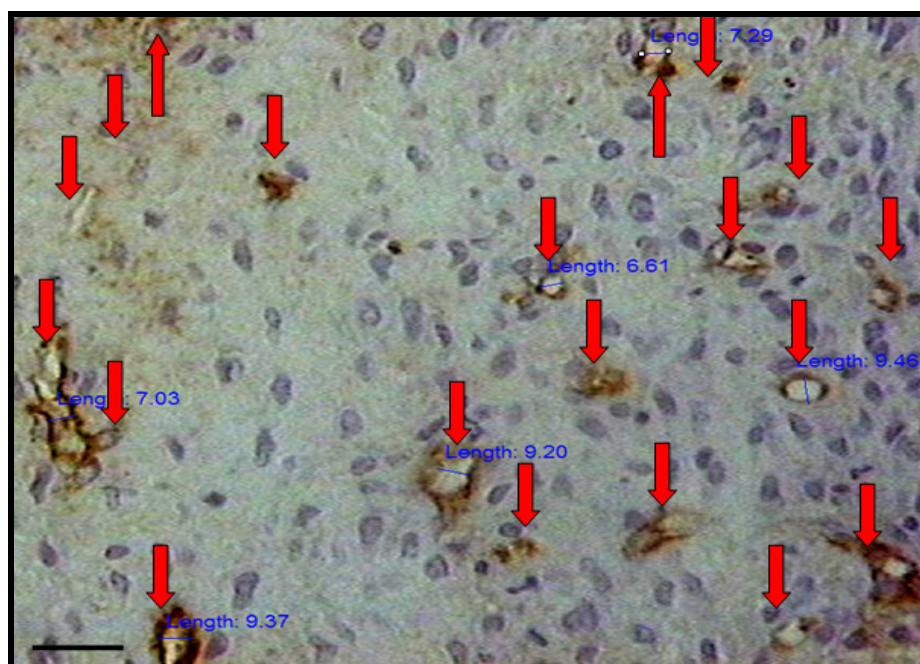


Slika 53. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod klasične pločice



### Treći dio pokusa

Morfološka slika i kvantifikacija periostalne cirkulacije periosta ispod novih pločica deducirana je na dvadeset i četiri periosta. Glavno obilježje morfoloških promjena tog periosta je burno umnažanje svih stanica, osobito u dijelu uz korteks. Ukupna debljina periosta višestruko je povećana. Stanice u zoni I, su krupne, posložene u više slojeva, citoplazma im bolje prima histološke boje, intenzivnije su bazofilne, pa se jasno razlučuju pojedine strukture. I krvne žile se burno umnažaju, naprosto pupaju, manjeg su promjera i grupirane su u skupine. Ima ih u svim slojevima, najbrojnije su uz korteks, uz više slojeva umnožene osteoblaste. Gotovo u pravilu to su kapilare, tek po koja arteriola. Pretežiti smjer kapilara nije moguće odrediti. No krvne žile većeg promjera, na poprečnim preparatima periosta pretežito imaju uzdužni smjer. Vena je malo, prate tek veće arterije. Na histološkim preparatima periosta ispod križno ožljebljenih pločica najizrazitije su ove promjene podraženog periosta (slika 54). Mjerjenja i vrijednosti volumnih odnosa periostalne cirkualcije prikazani su pojedinačno u tablicama 7-10.



Slika 54. Reaktivni periost ovce uzet ispod križno ožljebljene pločice. Brojne kapilare u fazi pupanja, promjera 6.61 do 9.46  $\mu\text{m}$ . Oznaka dužine 15  $\mu\text{m}$ . Bojenje hemalaun-eozinom. Imunohistokemijsko bojenje faktorom von Willenbrand CD 31 i 34. Povećanje x 250

Kvantifikacija periostalne mikrocirkulacije mjerenjem volumne gustoće krvnih žila periosta ispod **koso ožljebljene pločice**, načinjena je na 432 vidna polja, tri pokusne životinje (tablica 7).

Tablica 7. Rezultati mjerenja periosta ispod koso ožljebljene pločice i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

KOSI									
	Periost (1-6)	Rez (1-12)	Vidno polje (1-6)	Br. k.ž	Psr. k.ž.	P VP	V Gustoća	Ovca (1-9)	Noga (1-4)
1	1	1	1	9	283	75000	<b>33,96</b>	7	1
2	1	1	2	10	233	75000	<b>31,07</b>	7	1
3	1	1	3	8	272	75000	<b>29,01</b>	7	1
4	1	1	4	9	259	75000	<b>31,08</b>	7	1
5	1	1	5	10	229	75000	<b>30,53</b>	7	1
6	1	1	6	12	222	75000	<b>35,52</b>	7	1
7	1	2	1	8	292	75000	<b>31,15</b>	7	1
8	1	2	2	9	291	75000	<b>34,92</b>	7	1
9	1	2	3	11	208	75000	<b>30,51</b>	7	1
10	1	2	4	10	218	75000	<b>29,07</b>	7	1
11	1	2	5	9	286	75000	<b>34,32</b>	7	1
12	1	2	6	13	228	75000	<b>39,52</b>	7	1
13	1	3	1	10	288	75000	<b>38,40</b>	7	1
14	1	3	2	9	298	75000	<b>35,76</b>	7	1
15	1	3	3	8	356	75000	<b>37,97</b>	7	1
16	1	3	4	9	305	75000	<b>36,60</b>	7	1
17	1	3	5	10	244	75000	<b>32,53</b>	7	1
18	1	3	6	12	207	75000	<b>33,12</b>	7	1
19	1	4	1	10	307	75000	<b>40,93</b>	7	1
20	1	4	2	9	319	75000	<b>38,28</b>	7	1
21	1	4	3	9	314	75000	<b>37,68</b>	7	1
22	1	4	4	8	354	75000	<b>37,76</b>	7	1
23	1	4	5	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	1
24	1	4	6	11	264	75000	<b>38,72</b>	7	1
25	1	5	1	9	274	75000	<b>32,88</b>	7	1
26	1	5	2	8	314	75000	<b>33,49</b>	7	1
27	1	5	3	10	303	75000	<b>40,40</b>	7	1
28	1	5	4	9	346	75000	<b>41,52</b>	7	1
29	1	5	5	8	374	75000	<b>39,89</b>	7	1
30	1	5	6	12	233	75000	<b>37,28</b>	7	1
31	1	6	1	8	323	75000	<b>34,45</b>	7	1
32	1	6	2	9	299	75000	<b>35,88</b>	7	1
33	1	6	3	8	274	75000	<b>29,23</b>	7	1
34	1	6	4	7	310	75000	<b>28,93</b>	7	1
35	1	6	5	8	365	75000	<b>38,93</b>	7	1
36	1	6	6	10	323	75000	<b>43,07</b>	7	1
37	1	7	1	9	356	75000	<b>42,72</b>	7	1
38	1	7	2	10	284	75000	<b>37,87</b>	7	1
39	1	7	3	7	364	75000	<b>33,97</b>	7	1
40	1	7	4	9	293	75000	<b>35,16</b>	7	1

**LEGENDA:**

**Br.** - broj

**K.ž.** - krvne žile

**Psr.** - srednja površina

**P** - površina

**VP** – vidno polje

**V** - volumen

41	1	7	5	11	253	75000	<b>37,11</b>	7	1
42	1	7	6	11	258	75000	<b>37,84</b>	7	1
43	1	8	1	9	304	75000	<b>36,48</b>	7	1
44	1	8	2	8	329	75000	<b>35,09</b>	7	1
45	1	8	3	7	344	75000	<b>32,11</b>	7	1
46	1	8	4	9	268	75000	<b>32,16</b>	7	1
47	1	8	5	8	321	75000	<b>34,24</b>	7	1
48	1	8	6	11	312	75000	<b>45,76</b>	7	1
49	1	9	1	8	337	75000	<b>35,95</b>	7	1
50	1	9	2	9	335	75000	<b>40,20</b>	7	1
51	1	9	3	8	249	75000	<b>26,56</b>	7	1
52	1	9	4	10	221	75000	<b>29,47</b>	7	1
53	1	9	5	9	323	75000	<b>38,76</b>	7	1
54	1	9	6	9	299	75000	<b>35,88</b>	7	1
55	1	10	1	8	352	75000	<b>37,55</b>	7	1
56	1	10	2	9	325	75000	<b>39,00</b>	7	1
57	1	10	3	9	316	75000	<b>37,92</b>	7	1
58	1	10	4	9	334	75000	<b>40,08</b>	7	1
59	1	10	5	7	341	75000	<b>31,83</b>	7	1
60	1	10	6	14	228	75000	<b>42,56</b>	7	1
61	1	11	1	8	328	75000	<b>34,99</b>	7	1
62	1	11	2	9	314	75000	<b>37,68</b>	7	1
63	1	11	3	8	321	75000	<b>34,24</b>	7	1
64	1	11	4	8	339	75000	<b>36,16</b>	7	1
65	1	11	5	14	242	75000	<b>45,17</b>	7	1
66	1	11	6	12	212	75000	<b>33,92</b>	7	1
67	1	12	1	9	313	75000	<b>37,56</b>	7	1
68	1	12	2	9	276	75000	<b>33,12</b>	7	1
69	1	12	3	7	354	75000	<b>33,04</b>	7	1
70	1	12	4	8	321	75000	<b>34,24</b>	7	1
71	1	12	5	10	263	75000	<b>35,07</b>	7	1
72	1	12	6	12	248	75000	<b>39,68</b>	7	1
73	2	1	1	8	344	75000	<b>36,69</b>	7	4
74	2	1	2	7	368	75000	<b>34,35</b>	7	4
75	2	1	3	8	328	75000	<b>34,99</b>	7	4
76	2	1	4	8	304	75000	<b>32,43</b>	7	4
77	2	1	5	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	4
78	2	1	6	10	332	75000	<b>44,27</b>	7	4
79	2	2	1	10	329	75000	<b>43,87</b>	7	4
80	2	2	2	8	323	75000	<b>34,45</b>	7	4
81	2	2	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	4
82	2	2	4	9	322	75000	<b>38,64</b>	7	4
83	2	2	5	8	299	75000	<b>31,89</b>	7	4
84	2	2	6	10	308	75000	<b>41,07</b>	7	4
85	2	3	1	9	368	75000	<b>44,16</b>	7	4
86	2	3	2	8	374	75000	<b>39,89</b>	7	4
87	2	3	3	9	323	75000	<b>38,76</b>	7	4

88	2	3	4	10	304	75000	<b>40,53</b>	7	4
89	2	3	5	8	298	75000	<b>31,79</b>	7	4
90	2	3	6	11	278	75000	<b>40,77</b>	7	4
91	2	4	1	9	272	75000	<b>32,64</b>	7	4
92	2	4	2	8	337	75000	<b>35,95</b>	7	4
93	2	4	3	7	332	75000	<b>30,99</b>	7	4
94	2	4	4	8	299	75000	<b>31,89</b>	7	4
95	2	4	5	10	323	75000	<b>43,07</b>	7	4
96	2	4	6	13	263	75000	<b>45,59</b>	7	4
97	2	5	1	8	319	75000	<b>34,03</b>	7	4
98	2	5	2	7	300	75000	<b>28,00</b>	7	4
99	2	5	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	7	4
100	2	5	4	9	302	75000	<b>36,24</b>	7	4
101	2	5	5	9	355	75000	<b>42,60</b>	7	4
102	2	5	6	12	277	75000	<b>44,32</b>	7	4
103	2	6	1	9	332	75000	<b>39,84</b>	7	4
104	2	6	2	8	331	75000	<b>35,31</b>	7	4
105	2	6	3	9	353	75000	<b>42,36</b>	7	4
106	2	6	4	9	323	75000	<b>38,76</b>	7	4
107	2	6	5	9	331	75000	<b>39,72</b>	7	4
108	2	6	6	13	222	75000	<b>38,48</b>	7	4
109	2	7	1	9	322	75000	<b>38,64</b>	7	4
110	2	7	2	7	300	75000	<b>28,00</b>	7	4
111	2	7	3	8	289	75000	<b>30,83</b>	7	4
112	2	7	4	9	301	75000	<b>36,12</b>	7	4
113	2	7	5	9	358	75000	<b>42,96</b>	7	4
114	2	7	6	8	324	75000	<b>34,56</b>	7	4
115	2	8	1	8	354	75000	<b>37,76</b>	7	4
116	2	8	2	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	4
117	2	8	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	4
118	2	8	4	8	272	75000	<b>29,01</b>	7	4
119	2	8	5	10	297	75000	<b>39,60</b>	7	4
120	2	8	6	7	264	75000	<b>24,64</b>	7	4
121	2	9	1	8	339	75000	<b>36,16</b>	7	4
122	2	9	2	9	400	75000	<b>48,00</b>	7	4
123	2	9	3	8	355	75000	<b>37,87</b>	7	4
124	2	9	4	9	347	75000	<b>41,64</b>	7	4
125	2	9	5	9	352	75000	<b>42,24</b>	7	4
126	2	9	6	9	272	75000	<b>32,64</b>	7	4
127	2	10	1	9	314	75000	<b>37,68</b>	7	4
128	2	10	2	12	219	75000	<b>35,04</b>	7	4
129	2	10	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	7	4
130	2	10	4	8	368	75000	<b>39,25</b>	7	4
131	2	10	5	8	328	75000	<b>34,99</b>	7	4
132	2	10	6	9	314	75000	<b>37,68</b>	7	4
133	2	11	1	8	324	75000	<b>34,56</b>	7	4
134	2	11	2	7	264	75000	<b>24,64</b>	7	4

135	2	11	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	7	4
136	2	11	4	11	310	75000	<b>45,47</b>	7	4
137	2	11	5	9	352	75000	<b>42,24</b>	7	4
138	2	11	6	12	203	75000	<b>32,48</b>	7	4
139	2	12	1	9	336	75000	<b>40,32</b>	7	4
140	2	12	2	7	354	75000	<b>33,04</b>	7	4
141	2	12	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	7	4
142	2	12	4	7	268	75000	<b>25,01</b>	7	4
143	2	12	5	9	360	75000	<b>43,20</b>	7	4
144	2	12	6	10	310	75000	<b>41,33</b>	7	4
145	3	1	1	7	368	75000	<b>34,35</b>	8	2
146	3	1	2	8	328	75000	<b>34,99</b>	8	2
147	3	1	3	9	354	75000	<b>42,48</b>	8	2
148	3	1	4	8	291	75000	<b>31,04</b>	8	2
149	3	1	5	7	254	75000	<b>23,71</b>	8	2
150	3	1	6	9	358	75000	<b>42,96</b>	8	2
151	3	2	1	12	274	75000	<b>43,84</b>	8	2
152	3	2	2	9	348	75000	<b>41,76</b>	8	2
153	3	2	3	8	360	75000	<b>38,40</b>	8	2
154	3	2	4	9	310	75000	<b>37,20</b>	8	2
155	3	2	5	9	274	75000	<b>32,88</b>	8	2
156	3	2	6	9	296	75000	<b>35,52</b>	8	2
157	3	3	1	8	384	75000	<b>40,96</b>	8	2
158	3	3	2	8	397	75000	<b>42,35</b>	8	2
159	3	3	3	7	359	75000	<b>33,51</b>	8	2
160	3	3	4	8	396	75000	<b>42,24</b>	8	2
161	3	3	5	9	351	75000	<b>42,12</b>	8	2
162	3	3	6	11	289	75000	<b>42,39</b>	8	2
163	3	4	1	7	308	75000	<b>28,75</b>	8	2
164	3	4	2	7	339	75000	<b>31,64</b>	8	2
165	3	4	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	8	2
166	3	4	4	9	348	75000	<b>41,76</b>	8	2
167	3	4	5	8	328	75000	<b>34,99</b>	8	2
168	3	4	6	9	314	75000	<b>37,68</b>	8	2
169	3	5	1	8	324	75000	<b>34,56</b>	8	2
170	3	5	2	9	288	75000	<b>34,56</b>	8	2
171	3	5	3	8	310	75000	<b>33,07</b>	8	2
172	3	5	4	7	372	75000	<b>34,72</b>	8	2
173	3	5	5	8	343	75000	<b>36,59</b>	8	2
174	3	5	6	11	306	75000	<b>44,88</b>	8	2
175	3	6	1	7	354	75000	<b>33,04</b>	8	2
176	3	6	2	8	321	75000	<b>34,24</b>	8	2
177	3	6	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	8	2
178	3	6	4	10	285	75000	<b>38,00</b>	8	2
179	3	6	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	8	2
180	3	6	6	10	304	75000	<b>40,53</b>	8	2
181	3	7	1	9	328	75000	<b>39,36</b>	8	2

182	3	7	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	8	2
183	3	7	3	8	321	75000	<b>34,24</b>	8	2
184	3	7	4	11	322	75000	<b>47,23</b>	8	2
185	3	7	5	8	299	75000	<b>31,89</b>	8	2
186	3	7	6	9	325	75000	<b>39,00</b>	8	2
187	3	8	1	7	321	75000	<b>29,96</b>	8	2
188	3	8	2	8	362	75000	<b>38,61</b>	8	2
189	3	8	3	9	299	75000	<b>35,88</b>	8	2
190	3	8	4	7	308	75000	<b>28,75</b>	8	2
191	3	8	5	10	239	75000	<b>31,87</b>	8	2
192	3	8	6	8	304	75000	<b>32,43</b>	8	2
193	3	9	1	10	379	75000	<b>50,53</b>	8	2
194	3	9	2	8	366	75000	<b>39,04</b>	8	2
195	3	9	3	8	362	75000	<b>38,61</b>	8	2
196	3	9	4	9	438	75000	<b>52,56</b>	8	2
197	3	9	5	7	272	75000	<b>25,39</b>	8	2
198	3	9	6	9	335	75000	<b>40,20</b>	8	2
199	3	10	1	10	302	75000	<b>40,27</b>	8	2
200	3	10	2	9	339	75000	<b>40,68</b>	8	2
201	3	10	3	7	341	75000	<b>31,83</b>	8	2
202	3	10	4	8	368	75000	<b>39,25</b>	8	2
203	3	10	5	9	328	75000	<b>39,36</b>	8	2
204	3	10	6	9	302	75000	<b>36,24</b>	8	2
205	3	11	1	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	2
206	3	11	2	10	288	75000	<b>38,40</b>	8	2
207	3	11	3	9	316	75000	<b>37,92</b>	8	2
208	3	11	4	7	412	75000	<b>38,45</b>	8	2
209	3	11	5	9	353	75000	<b>42,36</b>	8	2
210	3	11	6	9	331	75000	<b>39,72</b>	8	2
211	3	12	1	8	354	75000	<b>37,76</b>	8	2
212	3	12	2	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	2
213	3	12	3	9	368	75000	<b>44,16</b>	8	2
214	3	12	4	9	288	75000	<b>34,56</b>	8	2
215	3	12	5	9	358	75000	<b>42,96</b>	8	2
216	3	12	6	10	324	75000	<b>43,20</b>	8	2
217	4	1	1	9	328	75000	<b>39,36</b>	8	4
218	4	1	2	9	301	75000	<b>36,12</b>	8	4
219	4	1	3	8	321	75000	<b>34,24</b>	8	4
220	4	1	4	11	302	75000	<b>44,29</b>	8	4
221	4	1	5	10	299	75000	<b>39,87</b>	8	4
222	4	1	6	12	328	75000	<b>52,48</b>	8	4
223	4	2	1	10	321	75000	<b>42,80</b>	8	4
224	4	2	2	11	311	75000	<b>45,61</b>	8	4
225	4	2	3	9	293	75000	<b>35,16</b>	8	4
226	4	2	4	9	305	75000	<b>36,60</b>	8	4
227	4	2	5	9	312	75000	<b>37,44</b>	8	4
228	4	2	6	7	304	75000	<b>28,37</b>	8	4



229	4	3	1	12	269	75000	<b>43,04</b>	8	4
230	4	3	2	11	228	75000	<b>33,44</b>	8	4
231	4	3	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	8	4
232	4	3	4	9	278	75000	<b>33,36</b>	8	4
233	4	3	5	9	292	75000	<b>35,04</b>	8	4
234	4	3	6	12	224	75000	<b>35,84</b>	8	4
235	4	4	1	7	332	75000	<b>30,99</b>	8	4
236	4	4	2	12	220	75000	<b>35,20</b>	8	4
237	4	4	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	8	4
238	4	4	4	9	268	75000	<b>32,16</b>	8	4
239	4	4	5	7	328	75000	<b>30,61</b>	8	4
240	4	4	6	8	313	75000	<b>33,39</b>	8	4
241	4	5	1	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	4
242	4	5	2	11	238	75000	<b>34,91</b>	8	4
243	4	5	3	12	257	75000	<b>41,12</b>	8	4
244	4	5	4	10	299	75000	<b>39,87</b>	8	4
245	4	5	5	9	313	75000	<b>37,56</b>	8	4
246	4	5	6	9	399	75000	<b>47,88</b>	8	4
247	4	6	1	8	354	75000	<b>37,76</b>	8	4
248	4	6	2	10	321	75000	<b>42,80</b>	8	4
249	4	6	3	11	268	75000	<b>39,31</b>	8	4
250	4	6	4	10	288	75000	<b>38,40</b>	8	4
251	4	6	5	9	283	75000	<b>33,96</b>	8	4
252	4	6	6	9	348	75000	<b>41,76</b>	8	4
253	4	7	1	9	308	75000	<b>36,96</b>	8	4
254	4	7	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	8	4
255	4	7	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	4
256	4	7	4	10	312	75000	<b>41,60</b>	8	4
257	4	7	5	14	238	75000	<b>44,43</b>	8	4
258	4	7	6	11	260	75000	<b>38,13</b>	8	4
259	4	8	1	9	323	75000	<b>38,76</b>	8	4
260	4	8	2	10	285	75000	<b>38,00</b>	8	4
261	4	8	3	9	309	75000	<b>37,08</b>	8	4
262	4	8	4	9	308	75000	<b>36,96</b>	8	4
263	4	8	5	9	311	75000	<b>37,32</b>	8	4
264	4	8	6	9	304	75000	<b>36,48</b>	8	4
265	4	9	1	9	309	75000	<b>37,08</b>	8	4
266	4	9	2	9	334	75000	<b>40,08</b>	8	4
267	4	9	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	8	4
268	4	9	4	10	298	75000	<b>39,73</b>	8	4
269	4	9	5	14	202	75000	<b>37,71</b>	8	4
270	4	9	6	11	269	75000	<b>39,45</b>	8	4
271	4	10	1	9	302	75000	<b>36,24</b>	8	4
272	4	10	2	8	339	75000	<b>36,16</b>	8	4
273	4	10	3	9	341	75000	<b>40,92</b>	8	4
274	4	10	4	9	254	75000	<b>30,48</b>	8	4
275	4	10	5	14	211	75000	<b>39,39</b>	8	4

276	4	10	6	12	244	75000	<b>39,04</b>	8	4
277	4	11	1	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	4
278	4	11	2	11	229	75000	<b>33,59</b>	8	4
279	4	11	3	13	225	75000	<b>39,00</b>	8	4
280	4	11	4	11	261	75000	<b>38,28</b>	8	4
281	4	11	5	8	298	75000	<b>31,79</b>	8	4
282	4	11	6	9	277	75000	<b>33,24</b>	8	4
283	4	12	1	9	332	75000	<b>39,84</b>	8	4
284	4	12	2	10	274	75000	<b>36,53</b>	8	4
285	4	12	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	8	4
286	4	12	4	9	288	75000	<b>34,56</b>	8	4
287	4	12	5	9	311	75000	<b>37,32</b>	8	4
288	4	12	6	8	364	75000	<b>38,83</b>	8	4
289	5	1	1	9	333	75000	<b>39,96</b>	9	1
290	5	1	2	10	299	75000	<b>39,87</b>	9	1
291	5	1	3	11	255	75000	<b>37,40</b>	9	1
292	5	1	4	9	312	75000	<b>37,44</b>	9	1
293	5	1	5	9	299	75000	<b>35,88</b>	9	1
294	5	1	6	9	325	75000	<b>39,00</b>	9	1
295	5	2	1	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	1
296	5	2	2	9	325	75000	<b>39,00</b>	9	1
297	5	2	3	9	299	75000	<b>35,88</b>	9	1
298	5	2	4	9	302	75000	<b>36,24</b>	9	1
299	5	2	5	11	292	75000	<b>42,83</b>	9	1
300	5	2	6	13	235	75000	<b>40,73</b>	9	1
301	5	3	1	9	213	75000	<b>25,56</b>	9	1
302	5	3	2	8	335	75000	<b>35,73</b>	9	1
303	5	3	3	10	298	75000	<b>39,73</b>	9	1
304	5	3	4	9	278	75000	<b>33,36</b>	9	1
305	5	3	5	9	272	75000	<b>32,64</b>	9	1
306	5	3	6	12	247	75000	<b>39,52</b>	9	1
307	5	4	1	8	335	75000	<b>35,73</b>	9	1
308	5	4	2	10	278	75000	<b>37,07</b>	9	1
309	5	4	3	12	267	75000	<b>42,72</b>	9	1
310	5	4	4	11	299	75000	<b>43,85</b>	9	1
311	5	4	5	9	328	75000	<b>39,36</b>	9	1
312	5	4	6	9	354	75000	<b>42,48</b>	9	1
313	5	5	1	8	301	75000	<b>32,11</b>	9	1
314	5	5	2	12	225	75000	<b>36,00</b>	9	1
315	5	5	3	11	310	75000	<b>45,47</b>	9	1
316	5	5	4	9	354	75000	<b>42,48</b>	9	1
317	5	5	5	12	301	75000	<b>48,16</b>	9	1
318	5	5	6	9	376	75000	<b>45,12</b>	9	1
319	5	6	1	9	256	75000	<b>30,72</b>	9	1
320	5	6	2	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	1
321	5	6	3	12	243	75000	<b>38,88</b>	9	1
322	5	6	4	9	256	75000	<b>30,72</b>	9	1

323	5	6	5	8	310	75000	<b>33,07</b>	9	1
324	5	6	6	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	1
325	5	7	1	8	328	75000	<b>34,99</b>	9	1
326	5	7	2	8	304	75000	<b>32,43</b>	9	1
327	5	7	3	10	283	75000	<b>37,73</b>	9	1
328	5	7	4	12	252	75000	<b>40,32</b>	9	1
329	5	7	5	9	277	75000	<b>33,24</b>	9	1
330	5	7	6	12	251	75000	<b>40,16</b>	9	1
331	5	8	1	9	264	75000	<b>31,68</b>	9	1
332	5	8	2	10	321	75000	<b>42,80</b>	9	1
333	5	8	3	8	352	75000	<b>37,55</b>	9	1
334	5	8	4	9	308	75000	<b>36,96</b>	9	1
335	5	8	5	9	277	75000	<b>33,24</b>	9	1
336	5	8	6	12	233	75000	<b>37,28</b>	9	1
337	5	9	1	12	222	75000	<b>35,52</b>	9	1
338	5	9	2	9	300	75000	<b>36,00</b>	9	1
339	5	9	3	12	307	75000	<b>49,12</b>	9	1
340	5	9	4	10	278	75000	<b>37,07</b>	9	1
341	5	9	5	9	272	75000	<b>32,64</b>	9	1
342	5	9	6	9	333	75000	<b>39,96</b>	9	1
343	5	10	1	8	332	75000	<b>35,41</b>	9	1
344	5	10	2	9	339	75000	<b>40,68</b>	9	1
345	5	10	3	9	341	75000	<b>40,92</b>	9	1
346	5	10	4	12	255	75000	<b>40,80</b>	9	1
347	5	10	5	12	274	75000	<b>43,84</b>	9	1
348	5	10	6	9	279	75000	<b>33,48</b>	9	1
349	5	11	1	9	301	75000	<b>36,12</b>	9	1
350	5	11	2	9	341	75000	<b>40,92</b>	9	1
351	5	11	3	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	1
352	5	11	4	11	312	75000	<b>45,76</b>	9	1
353	5	11	5	9	322	75000	<b>38,64</b>	9	1
354	5	11	6	9	315	75000	<b>37,80</b>	9	1
355	5	12	1	9	287	75000	<b>34,44</b>	9	1
356	5	12	2	11	239	75000	<b>35,05</b>	9	1
357	5	12	3	12	215	75000	<b>34,40</b>	9	1
358	5	12	4	9	288	75000	<b>34,56</b>	9	1
359	5	12	5	12	223	75000	<b>35,68</b>	9	1
360	5	12	6	9	245	75000	<b>29,40</b>	9	1
361	6	1	1	8	323	75000	<b>34,45</b>	9	4
362	6	1	2	9	314	75000	<b>37,68</b>	9	4
363	6	1	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	4
364	6	1	4	9	333	75000	<b>39,96</b>	9	4
365	6	1	5	11	271	75000	<b>39,75</b>	9	4
366	6	1	6	9	328	75000	<b>39,36</b>	9	4
367	6	2	1	9	351	75000	<b>42,12</b>	9	4
368	6	2	2	9	315	75000	<b>37,80</b>	9	4
369	6	2	3	12	202	75000	<b>32,32</b>	9	4

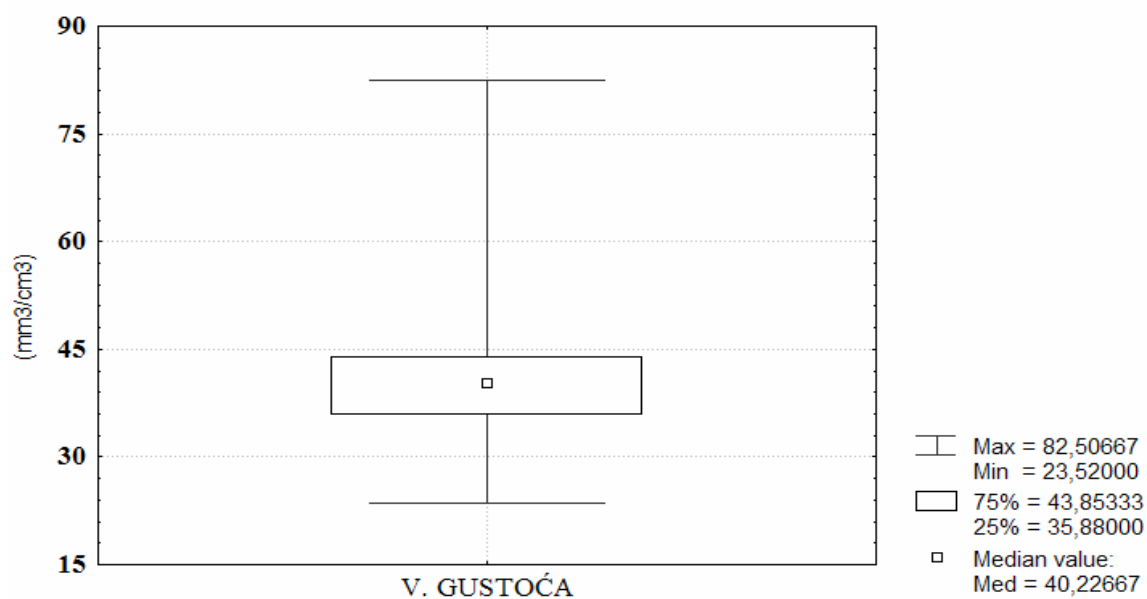
370	6	2	4	11	207	75000	<b>30,36</b>	9	4
371	6	2	5	9	277	75000	<b>33,24</b>	9	4
372	6	2	6	12	218	75000	<b>34,88</b>	9	4
373	6	3	1	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	4
374	6	3	2	8	334	75000	<b>35,63</b>	9	4
375	6	3	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	4
376	6	3	4	9	278	75000	<b>33,36</b>	9	4
377	6	3	5	8	272	75000	<b>29,01</b>	9	4
378	6	3	6	11	222	75000	<b>32,56</b>	9	4
379	6	4	1	9	334	75000	<b>40,08</b>	9	4
380	6	4	2	9	312	75000	<b>37,44</b>	9	4
381	6	4	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	9	4
382	6	4	4	8	311	75000	<b>33,17</b>	9	4
383	6	4	5	9	303	75000	<b>36,36</b>	9	4
384	6	4	6	11	254	75000	<b>37,25</b>	9	4
385	6	5	1	11	321	75000	<b>47,08</b>	9	4
386	6	5	2	8	298	75000	<b>31,79</b>	9	4
387	6	5	3	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	4
388	6	5	4	11	312	75000	<b>45,76</b>	9	4
389	6	5	5	12	383	75000	<b>61,28</b>	9	4
390	6	5	6	9	372	75000	<b>44,64</b>	9	4
391	6	6	1	9	354	75000	<b>42,48</b>	9	4
392	6	6	2	9	322	75000	<b>38,64</b>	9	4
393	6	6	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	4
394	6	6	4	11	288	75000	<b>42,24</b>	9	4
395	6	6	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	4
396	6	6	6	10	288	75000	<b>38,40</b>	9	4
397	6	7	1	9	278	75000	<b>33,36</b>	9	4
398	6	7	2	9	274	75000	<b>32,88</b>	9	4
399	6	7	3	9	272	75000	<b>32,64</b>	9	4
400	6	7	4	8	312	75000	<b>33,28</b>	9	4
401	6	7	5	10	269	75000	<b>35,87</b>	9	4
402	6	7	6	9	318	75000	<b>38,16</b>	9	4
403	6	8	1	10	280	75000	<b>37,33</b>	9	4
404	6	8	2	9	302	75000	<b>36,24</b>	9	4
405	6	8	3	7	299	75000	<b>27,91</b>	9	4
406	6	8	4	12	268	75000	<b>42,88</b>	9	4
407	6	8	5	9	280	75000	<b>33,60</b>	9	4
408	6	8	6	11	242	75000	<b>35,49</b>	9	4
409	6	9	1	9	269	75000	<b>32,28</b>	9	4
410	6	9	2	10	304	75000	<b>40,53</b>	9	4
411	6	9	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	4
412	6	9	4	9	278	75000	<b>33,36</b>	9	4
413	6	9	5	9	292	75000	<b>35,04</b>	9	4
414	6	9	6	9	307	75000	<b>36,84</b>	9	4
415	6	10	1	8	332	75000	<b>35,41</b>	9	4
416	6	10	2	9	288	75000	<b>34,56</b>	9	4

417	6	10	3	12	242	75000	<b>38,72</b>	9	4
418	6	10	4	9	287	75000	<b>34,44</b>	9	4
419	6	10	5	9	313	75000	<b>37,56</b>	9	4
420	6	10	6	11	246	75000	<b>36,08</b>	9	4
421	6	11	1	8	254	75000	<b>27,09</b>	9	4
422	6	11	2	11	241	75000	<b>35,35</b>	9	4
423	6	11	3	9	278	75000	<b>33,36</b>	9	4
424	6	11	4	9	309	75000	<b>37,08</b>	9	4
425	6	11	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	4
426	6	11	6	9	272	75000	<b>32,64</b>	9	4
427	6	12	1	8	318	75000	<b>33,92</b>	9	4
428	6	12	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	9	4
429	6	12	3	11	271	75000	<b>39,75</b>	9	4
430	6	12	4	9	283	75000	<b>33,96</b>	9	4
431	6	12	5	9	279	75000	<b>33,48</b>	9	4
432	6	12	6	9	292	75000	<b>35,04</b>	9	4

Tablica 8. Osnovni statistički parametri volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod koso ožljebljene pločice

KOSE PLOČICE	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
V. GUSTOĆA	432	37,07	37,15	23,71	61,28	34,24	39,73	5,49	4,63

Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod koso ožljebljene pločice



Slika 55. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod koso ožljebljene pločice

Kvantifikacija periostalne mikrocirkulacije ispod **križno ožljebljene pločice**, načinjena je na 432 vidna polja, šest periosta uzetih u šest pokusnih životinja (tablica 9).

Tablica 9. Rezultati mjerenja periosta ispod križno ožljebljene pločice i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

<b>KRIŽNA</b>									
	<b>Periost</b> (1-6)	<b>Rez</b> (1-12)	<b>Vidno polje</b> (1-6)	<b>Br. k.ž</b>	<b>Psr. k.ž.</b>	<b>P VP</b>	<b>V Gustoća</b>	<b>Ovca</b> (1-9)	<b>Noga</b> (1-4)
1	1	1	1	15	272	75000	<b>54,40</b>	1	3
2	1	1	2	14	289	75000	<b>53,95</b>	1	3
3	1	1	3	15	244	75000	<b>48,80</b>	1	3
4	1	1	4	18	217	75000	<b>52,08</b>	1	3
5	1	1	5	14	273	75000	<b>50,96</b>	1	3
6	1	1	6	14	269	75000	<b>50,21</b>	1	3
7	1	2	1	18	245	75000	<b>58,80</b>	1	3
8	1	2	2	15	299	75000	<b>59,80</b>	1	3
9	1	2	3	13	299	75000	<b>51,83</b>	1	3
10	1	2	4	19	229	75000	<b>58,01</b>	1	3
11	1	2	5	16	248	75000	<b>52,91</b>	1	3
12	1	2	6	15	299	75000	<b>59,80</b>	1	3
13	1	3	1	15	249	75000	<b>49,80</b>	1	3
14	1	3	2	15	249	75000	<b>49,80</b>	1	3
15	1	3	3	15	259	75000	<b>51,80</b>	1	3
16	1	3	4	17	225	75000	<b>51,00</b>	1	3
17	1	3	5	15	255	75000	<b>51,00</b>	1	3
18	1	3	6	15	247	75000	<b>49,40</b>	1	3
19	1	4	1	17	206	75000	<b>46,69</b>	1	3
20	1	4	2	15	257	75000	<b>51,40</b>	1	3
21	1	4	3	15	279	75000	<b>55,80</b>	1	3
22	1	4	4	18	222	75000	<b>53,28</b>	1	3
23	1	4	5	20	182	75000	<b>48,53</b>	1	3
24	1	4	6	15	239	75000	<b>47,80</b>	1	3
25	1	5	1	15	295	75000	<b>59,00</b>	1	3
26	1	5	2	18	212	75000	<b>50,88</b>	1	3
27	1	5	3	11	331	75000	<b>48,55</b>	1	3
28	1	5	4	12	298	75000	<b>47,68</b>	1	3
29	1	5	5	15	299	75000	<b>59,80</b>	1	3
30	1	5	6	15	289	75000	<b>57,80</b>	1	3
31	1	6	1	15	287	75000	<b>57,40</b>	1	3
32	1	6	2	19	229	75000	<b>58,01</b>	1	3
33	1	6	3	13	289	75000	<b>50,09</b>	1	3
34	1	6	4	15	266	75000	<b>53,20</b>	1	3
35	1	6	5	17	209	75000	<b>47,37</b>	1	3
36	1	6	6	12	259	75000	<b>41,44</b>	1	3
37	1	7	1	15	256	75000	<b>51,20</b>	1	3

**LEGENDA:**

**Br.** - broj

**K.ž.** - krvne žile

**Psr.** - srednja površina

**P** - površina

**VP** – vidno polje

**V** - volumen



38	1	7	2	12	296	75000	<b>47,36</b>	1	3
39	1	7	3	20	210	75000	<b>56,00</b>	1	3
40	1	7	4	13	299	75000	<b>51,83</b>	1	3
41	1	7	5	15	279	75000	<b>55,80</b>	1	3
42	1	7	6	15	267	75000	<b>53,40</b>	1	3
43	1	8	1	15	275	75000	<b>55,00</b>	1	3
44	1	8	2	13	285	75000	<b>49,40</b>	1	3
45	1	8	3	15	289	75000	<b>57,80</b>	1	3
46	1	8	4	18	215	75000	<b>51,60</b>	1	3
47	1	8	5	19	229	75000	<b>58,01</b>	1	3
48	1	8	6	15	278	75000	<b>55,60</b>	1	3
49	1	9	1	18	231	75000	<b>55,44</b>	1	3
50	1	9	2	13	298	75000	<b>51,65</b>	1	3
51	1	9	3	15	279	75000	<b>55,80</b>	1	3
52	1	9	4	12	299	75000	<b>47,84</b>	1	3
53	1	9	5	12	288	75000	<b>46,08</b>	1	3
54	1	9	6	15	238	75000	<b>47,60</b>	1	3
55	1	10	1	18	225	75000	<b>54,00</b>	1	3
56	1	10	2	15	289	75000	<b>57,80</b>	1	3
57	1	10	3	17	237	75000	<b>53,72</b>	1	3
58	1	10	4	15	223	75000	<b>44,60</b>	1	3
59	1	10	5	13	278	75000	<b>48,19</b>	1	3
60	1	10	6	15	278	75000	<b>55,60</b>	1	3
61	1	11	1	11	298	75000	<b>43,71</b>	1	3
62	1	11	2	12	272	75000	<b>43,52</b>	1	3
63	1	11	3	15	239	75000	<b>47,80</b>	1	3
64	1	11	4	15	279	75000	<b>55,80</b>	1	3
65	1	11	5	13	267	75000	<b>46,28</b>	1	3
66	1	11	6	18	233	75000	<b>55,92</b>	1	3
67	1	12	1	11	399	75000	<b>58,52</b>	1	3
68	1	12	2	11	295	75000	<b>43,27</b>	1	3
69	1	12	3	15	279	75000	<b>55,80</b>	1	3
70	1	12	4	15	282	75000	<b>56,40</b>	1	3
71	1	12	5	13	293	75000	<b>50,79</b>	1	3
72	1	12	6	15	278	75000	<b>55,60</b>	1	3
73	2	1	1	15	250	75000	<b>50,00</b>	2	2
74	2	1	2	15	262	75000	<b>52,40</b>	2	2
75	2	1	3	18	209	75000	<b>50,16</b>	2	2
76	2	1	4	15	297	75000	<b>59,40</b>	2	2
77	2	1	5	11	277	75000	<b>40,63</b>	2	2
78	2	1	6	15	223	75000	<b>44,60</b>	2	2
79	2	2	1	15	259	75000	<b>51,80</b>	2	2
80	2	2	2	13	275	75000	<b>47,67</b>	2	2
81	2	2	3	12	299	75000	<b>47,84</b>	2	2
82	2	2	4	15	269	75000	<b>53,80</b>	2	2
83	2	2	5	13	239	75000	<b>41,43</b>	2	2
84	2	2	6	11	278	75000	<b>40,77</b>	2	2

85	2	3	1	15	299	75000	<b>59,80</b>	2	2
86	2	3	2	12	289	75000	<b>46,24</b>	2	2
87	2	3	3	9	349	75000	<b>41,88</b>	2	2
88	2	3	4	11	329	75000	<b>48,25</b>	2	2
89	2	3	5	13	285	75000	<b>49,40</b>	2	2
90	2	3	6	16	245	75000	<b>52,27</b>	2	2
91	2	4	1	22	188	75000	<b>55,15</b>	2	2
92	2	4	2	18	206	75000	<b>49,44</b>	2	2
93	2	4	3	13	300	75000	<b>52,00</b>	2	2
94	2	4	4	15	279	75000	<b>55,80</b>	2	2
95	2	4	5	13	292	75000	<b>50,61</b>	2	2
96	2	4	6	12	312	75000	<b>49,92</b>	2	2
97	2	5	1	13	269	75000	<b>46,63</b>	2	2
98	2	5	2	15	265	75000	<b>53,00</b>	2	2
99	2	5	3	15	257	75000	<b>51,40</b>	2	2
100	2	5	4	14	309	75000	<b>57,68</b>	2	2
101	2	5	5	12	298	75000	<b>47,68</b>	2	2
102	2	5	6	13	299	75000	<b>51,83</b>	2	2
103	2	6	1	11	289	75000	<b>42,39</b>	2	2
104	2	6	2	15	297	75000	<b>59,40</b>	2	2
105	2	6	3	15	239	75000	<b>47,80</b>	2	2
106	2	6	4	13	289	75000	<b>50,09</b>	2	2
107	2	6	5	17	236	75000	<b>53,49</b>	2	2
108	2	6	6	15	259	75000	<b>51,80</b>	2	2
109	2	7	1	13	309	75000	<b>53,56</b>	2	2
110	2	7	2	19	206	75000	<b>52,19</b>	2	2
111	2	7	3	15	276	75000	<b>55,20</b>	2	2
112	2	7	4	14	276	75000	<b>51,52</b>	2	2
113	2	7	5	11	289	75000	<b>42,39</b>	2	2
114	2	7	6	15	279	75000	<b>55,80</b>	2	2
115	2	8	1	11	298	75000	<b>43,71</b>	2	2
116	2	8	2	12	299	75000	<b>47,84</b>	2	2
117	2	8	3	13	295	75000	<b>51,13</b>	2	2
118	2	8	4	11	289	75000	<b>42,39</b>	2	2
119	2	8	5	15	275	75000	<b>55,00</b>	2	2
120	2	8	6	15	299	75000	<b>59,80</b>	2	2
121	2	9	1	13	288	75000	<b>49,92</b>	2	2
122	2	9	2	12	278	75000	<b>44,48</b>	2	2
123	2	9	3	15	298	75000	<b>59,60</b>	2	2
124	2	9	4	15	289	75000	<b>57,80</b>	2	2
125	2	9	5	13	279	75000	<b>48,36</b>	2	2
126	2	9	6	15	288	75000	<b>57,60</b>	2	2
127	2	10	1	11	298	75000	<b>43,71</b>	2	2
128	2	10	2	18	205	75000	<b>49,20</b>	2	2
129	2	10	3	15	289	75000	<b>57,80</b>	2	2
130	2	10	4	19	200	75000	<b>50,67</b>	2	2
131	2	10	5	15	223	75000	<b>44,60</b>	2	2

132	2	10	6	15	248	75000	<b>49,60</b>	2	2
133	2	11	1	13	278	75000	<b>48,19</b>	2	2
134	2	11	2	15	249	75000	<b>49,80</b>	2	2
135	2	11	3	12	272	75000	<b>43,52</b>	2	2
136	2	11	4	15	239	75000	<b>47,80</b>	2	2
137	2	11	5	15	239	75000	<b>46,80</b>	2	2
138	2	11	6	15	267	75000	<b>46,28</b>	2	2
139	2	12	1	21	199	75000	<b>55,72</b>	2	2
140	2	12	2	18	209	75000	<b>50,16</b>	2	2
141	2	12	3	15	295	75000	<b>59,00</b>	2	2
142	2	12	4	17	229	75000	<b>51,91</b>	2	2
143	2	12	5	15	299	75000	<b>59,80</b>	2	2
144	2	12	6	18	203	75000	<b>48,72</b>	2	2
145	3	1	1	15	298	75000	<b>59,60</b>	3	2
146	3	1	2	11	309	75000	<b>45,32</b>	3	2
147	3	1	3	15	234	75000	<b>46,80</b>	3	2
148	3	1	4	13	267	75000	<b>46,28</b>	3	2
149	3	1	5	11	283	75000	<b>41,51</b>	3	2
150	3	1	6	13	299	75000	<b>51,83</b>	3	2
151	3	2	1	15	245	75000	<b>49,00</b>	3	2
152	3	2	2	11	299	75000	<b>43,85</b>	3	2
153	3	2	3	15	299	75000	<b>59,80</b>	3	2
154	3	2	4	14	275	75000	<b>51,33</b>	3	2
155	3	2	5	15	298	75000	<b>59,60</b>	3	2
156	3	2	6	17	239	75000	<b>54,17</b>	3	2
157	3	3	1	15	272	75000	<b>54,40</b>	3	2
158	3	3	2	12	299	75000	<b>47,84</b>	3	2
159	3	3	3	18	214	75000	<b>51,36</b>	3	2
160	3	3	4	13	277	75000	<b>48,01</b>	3	2
161	3	3	5	15	223	75000	<b>44,60</b>	3	2
162	3	3	6	15	289	75000	<b>57,80</b>	3	2
163	3	4	1	15	275	75000	<b>55,00</b>	3	2
164	3	4	2	15	259	75000	<b>51,80</b>	3	2
165	3	4	3	15	277	75000	<b>55,40</b>	3	2
166	3	4	4	15	259	75000	<b>51,80</b>	3	2
167	3	4	5	14	248	75000	<b>46,29</b>	3	2
168	3	4	6	13	299	75000	<b>51,83</b>	3	2
169	3	5	1	15	239	75000	<b>47,80</b>	3	2
170	3	5	2	15	249	75000	<b>49,80</b>	3	2
171	3	5	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	3	2
172	3	5	4	19	215	75000	<b>54,47</b>	3	2
173	3	5	5	17	233	75000	<b>52,81</b>	3	2
174	3	5	6	13	257	75000	<b>44,55</b>	3	2
175	3	6	1	15	246	75000	<b>49,20</b>	3	2
176	3	6	2	15	277	75000	<b>55,40</b>	3	2
177	3	6	3	18	229	75000	<b>54,96</b>	3	2
178	3	6	4	13	292	75000	<b>50,61</b>	3	2

179	3	6	5	15	288	75000	<b>57,60</b>	3	2
180	3	6	6	15	239	75000	<b>47,80</b>	3	2
181	3	7	1	13	265	75000	<b>45,93</b>	3	2
182	3	7	2	15	280	75000	<b>56,00</b>	3	2
183	3	7	3	12	295	75000	<b>47,20</b>	3	2
184	3	7	4	13	278	75000	<b>48,19</b>	3	2
185	3	7	5	15	259	75000	<b>51,80</b>	3	2
186	3	7	6	19	219	75000	<b>55,48</b>	3	2
187	3	8	1	14	307	75000	<b>57,31</b>	3	2
188	3	8	2	13	289	75000	<b>50,09</b>	3	2
189	3	8	3	16	229	75000	<b>48,85</b>	3	2
190	3	8	4	15	266	75000	<b>53,20</b>	3	2
191	3	8	5	16	209	75000	<b>44,59</b>	3	2
192	3	8	6	15	287	75000	<b>57,40</b>	3	2
193	3	9	1	19	206	75000	<b>52,19</b>	3	2
194	3	9	2	15	296	75000	<b>59,20</b>	3	2
195	3	9	3	17	206	75000	<b>46,69</b>	3	2
196	3	9	4	13	289	75000	<b>50,09</b>	3	2
197	3	9	5	11	369	75000	<b>54,12</b>	3	2
198	3	9	6	15	278	75000	<b>55,60</b>	3	2
199	3	10	1	17	239	75000	<b>54,17</b>	3	2
200	3	10	2	15	245	75000	<b>49,00</b>	3	2
201	3	10	3	13	289	75000	<b>50,09</b>	3	2
202	3	10	4	12	295	75000	<b>47,20</b>	3	2
203	3	10	5	13	299	75000	<b>51,83</b>	3	2
204	3	10	6	15	248	75000	<b>49,60</b>	3	2
205	3	11	1	15	278	75000	<b>55,60</b>	3	2
206	3	11	2	13	298	75000	<b>51,65</b>	3	2
207	3	11	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	3	2
208	3	11	4	17	209	75000	<b>47,37</b>	3	2
209	3	11	5	16	218	75000	<b>46,51</b>	3	2
210	3	11	6	14	298	75000	<b>55,63</b>	3	2
211	3	12	1	17	225	75000	<b>51,00</b>	3	2
212	3	12	2	15	289	75000	<b>57,80</b>	3	2
213	3	12	3	16	257	75000	<b>54,83</b>	3	2
214	3	12	4	15	273	75000	<b>54,60</b>	3	2
215	3	12	5	15	248	75000	<b>49,60</b>	3	2
216	3	12	6	15	258	75000	<b>51,60</b>	3	2
217	4	1	1	12	298	75000	<b>47,68</b>	4	2
218	4	1	2	15	272	75000	<b>54,40</b>	4	2
219	4	1	3	15	239	75000	<b>47,80</b>	4	2
220	4	1	4	15	239	75000	<b>47,80</b>	4	2
221	4	1	5	17	247	75000	<b>55,99</b>	4	2
222	4	1	6	14	283	75000	<b>52,83</b>	4	2
223	4	2	1	14	299	75000	<b>55,81</b>	4	2
224	4	2	2	14	295	75000	<b>55,07</b>	4	2
225	4	2	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	4	2

226	4	2	4	15	299	75000	<b>59,80</b>	4	2
227	4	2	5	15	233	75000	<b>46,60</b>	4	2
228	4	2	6	17	248	75000	<b>56,21</b>	4	2
229	4	3	1	13	299	75000	<b>51,83</b>	4	2
230	4	3	2	15	245	75000	<b>49,00</b>	4	2
231	4	3	3	12	318	75000	<b>50,88</b>	4	2
232	4	3	4	19	225	75000	<b>57,00</b>	4	2
233	4	3	5	18	228	75000	<b>54,72</b>	4	2
234	4	3	6	15	259	75000	<b>51,80</b>	4	2
235	4	4	1	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
236	4	4	2	13	297	75000	<b>51,48</b>	4	2
237	4	4	3	18	222	75000	<b>53,28</b>	4	2
238	4	4	4	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
239	4	4	5	15	287	75000	<b>57,40</b>	4	2
240	4	4	6	19	209	75000	<b>52,95</b>	4	2
241	4	5	1	15	269	75000	<b>53,80</b>	4	2
242	4	5	2	14	264	75000	<b>49,28</b>	4	2
243	4	5	3	11	326	75000	<b>47,81</b>	4	2
244	4	5	4	15	290	75000	<b>58,00</b>	4	2
245	4	5	5	13	275	75000	<b>47,67</b>	4	2
246	4	5	6	15	279	75000	<b>55,80</b>	4	2
247	4	6	1	14	292	75000	<b>54,51</b>	4	2
248	4	6	2	13	309	75000	<b>53,56</b>	4	2
249	4	6	3	15	264	75000	<b>52,80</b>	4	2
250	4	6	4	13	297	75000	<b>51,48</b>	4	2
251	4	6	5	15	283	75000	<b>56,60</b>	4	2
252	4	6	6	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
253	4	7	1	15	245	75000	<b>49,00</b>	4	2
254	4	7	2	15	259	75000	<b>51,80</b>	4	2
255	4	7	3	13	319	75000	<b>55,29</b>	4	2
257	4	7	4	15	259	75000	<b>51,80</b>	4	2
256	4	7	5	18	228	75000	<b>54,72</b>	4	2
258	4	7	6	15	299	75000	<b>59,80</b>	4	2
259	4	8	1	13	289	75000	<b>50,09</b>	4	2
260	4	8	2	15	267	75000	<b>53,40</b>	4	2
261	4	8	3	12	279	75000	<b>44,64</b>	4	2
262	4	8	4	15	285	75000	<b>57,00</b>	4	2
263	4	8	5	15	255	75000	<b>51,00</b>	4	2
264	4	8	6	15	267	75000	<b>53,40</b>	4	2
265	4	9	1	15	246	75000	<b>49,20</b>	4	2
266	4	9	2	12	342	75000	<b>54,72</b>	4	2
267	4	9	3	15	269	75000	<b>53,80</b>	4	2
268	4	9	4	13	292	75000	<b>50,61</b>	4	2
269	4	9	5	15	252	75000	<b>50,40</b>	4	2
270	4	9	6	15	279	75000	<b>55,80</b>	4	2
271	4	10	1	15	265	75000	<b>53,00</b>	4	2
272	4	10	2	14	289	75000	<b>53,95</b>	4	2

273	4	10	3	13	295	75000	<b>51,13</b>	4	2
274	4	10	4	12	298	75000	<b>47,68</b>	4	2
275	4	10	5	15	299	75000	<b>59,80</b>	4	2
276	4	10	6	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
277	4	11	1	15	257	75000	<b>51,40</b>	4	2
278	4	11	2	13	299	75000	<b>51,83</b>	4	2
279	4	11	3	15	258	75000	<b>51,60</b>	4	2
280	4	11	4	18	232	75000	<b>55,68</b>	4	2
281	4	11	5	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
282	4	11	6	15	279	75000	<b>55,80</b>	4	2
283	4	12	1	17	243	75000	<b>55,08</b>	4	2
284	4	12	2	14	275	75000	<b>51,33</b>	4	2
285	4	12	3	12	266	75000	<b>42,56</b>	4	2
286	4	12	4	15	289	75000	<b>57,80</b>	4	2
287	4	12	5	12	279	75000	<b>44,64</b>	4	2
288	4	12	6	15	288	75000	<b>57,60</b>	4	2
289	5	1	1	11	292	75000	<b>42,83</b>	5	2
290	5	1	2	15	255	75000	<b>51,00</b>	5	2
291	5	1	3	15	289	75000	<b>57,80</b>	5	2
292	5	1	4	11	275	75000	<b>40,33</b>	5	2
293	5	1	5	13	269	75000	<b>46,63</b>	5	2
294	5	1	6	11	338	75000	<b>49,57</b>	5	2
295	5	2	1	12	278	75000	<b>44,48</b>	5	2
296	5	2	2	15	278	75000	<b>55,60</b>	5	2
297	5	2	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	5	2
298	5	2	4	13	279	75000	<b>48,36</b>	5	2
299	5	2	5	15	289	75000	<b>57,80</b>	5	2
300	5	2	6	13	298	75000	<b>51,65</b>	5	2
301	5	3	1	12	295	75000	<b>47,20</b>	5	2
302	5	3	2	17	259	75000	<b>58,71</b>	5	2
303	5	3	3	15	257	75000	<b>51,40</b>	5	2
304	5	3	4	13	288	75000	<b>49,92</b>	5	2
305	5	3	5	15	248	75000	<b>49,60</b>	5	2
306	5	3	6	12	278	75000	<b>44,48</b>	5	2
307	5	4	1	12	338	75000	<b>54,08</b>	5	2
308	5	4	2	15	272	75000	<b>54,40</b>	5	2
309	5	4	3	15	239	75000	<b>47,80</b>	5	2
310	5	4	4	15	239	75000	<b>47,80</b>	5	2
311	5	4	5	13	267	75000	<b>46,28</b>	5	2
312	5	4	6	11	253	75000	<b>37,11</b>	5	2
313	5	5	1	15	233	75000	<b>46,60</b>	5	2
314	5	5	2	15	295	75000	<b>59,00</b>	5	2
315	5	5	3	15	229	75000	<b>45,80</b>	5	2
316	5	5	4	15	279	75000	<b>55,80</b>	5	2
317	5	5	5	15	263	75000	<b>52,60</b>	5	2
318	5	5	6	15	266	75000	<b>53,20</b>	5	2
319	5	6	1	17	259	75000	<b>58,71</b>	5	2



320	5	6	2	13	297	75000	<b>51,48</b>	5	2
321	5	6	3	13	289	75000	<b>50,09</b>	5	2
322	5	6	4	13	287	75000	<b>49,75</b>	5	2
323	5	6	5	19	209	75000	<b>52,95</b>	5	2
324	5	6	6	11	299	75000	<b>43,85</b>	5	2
325	5	7	1	14	277	75000	<b>51,71</b>	5	2
326	5	7	2	15	296	75000	<b>59,20</b>	5	2
327	5	7	3	15	355	75000	<b>71,00</b>	5	2
328	5	7	4	11	289	75000	<b>42,39</b>	5	2
329	5	7	5	20	199	75000	<b>53,07</b>	5	2
330	5	7	6	18	206	75000	<b>49,44</b>	5	2
331	5	8	1	13	279	75000	<b>48,36</b>	5	2
332	5	8	2	15	255	75000	<b>51,00</b>	5	2
333	5	8	3	15	264	75000	<b>52,80</b>	5	2
334	5	8	4	12	275	75000	<b>44,00</b>	5	2
335	5	8	5	15	269	75000	<b>53,80</b>	5	2
336	5	8	6	15	248	75000	<b>49,60</b>	5	2
337	5	9	1	13	278	75000	<b>48,19</b>	5	2
338	5	9	2	15	298	75000	<b>59,60</b>	5	2
339	5	9	3	13	249	75000	<b>43,16</b>	5	2
340	5	9	4	15	272	75000	<b>54,40</b>	5	2
341	5	9	5	12	298	75000	<b>47,68</b>	5	2
342	5	9	6	15	268	75000	<b>53,60</b>	5	2
343	5	10	1	16	245	75000	<b>52,27</b>	5	2
344	5	10	2	12	337	75000	<b>53,92</b>	5	2
345	5	10	3	13	297	75000	<b>51,48</b>	5	2
346	5	10	4	15	243	75000	<b>48,60</b>	5	2
347	5	10	5	15	248	75000	<b>49,60</b>	5	2
348	5	10	6	13	278	75000	<b>48,19</b>	5	2
349	5	11	1	12	272	75000	<b>43,52</b>	5	2
350	5	11	2	13	249	75000	<b>43,16</b>	5	2
351	5	11	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	5	2
352	5	11	4	19	217	75000	<b>54,97</b>	5	2
353	5	11	5	19	223	75000	<b>56,49</b>	5	2
354	5	11	6	15	289	75000	<b>57,80</b>	5	2
355	5	12	1	14	245	75000	<b>45,73</b>	5	2
356	5	12	2	12	299	75000	<b>47,84</b>	5	2
357	5	12	3	13	279	75000	<b>48,36</b>	5	2
358	5	12	4	13	269	75000	<b>46,63</b>	5	2
359	5	12	5	14	268	75000	<b>50,03</b>	5	2
360	5	12	6	13	300	75000	<b>52,00</b>	5	2
361	6	1	1	16	279	75000	<b>59,52</b>	6	4
362	6	1	2	13	249	75000	<b>43,16</b>	6	4
363	6	1	3	15	279	75000	<b>55,80</b>	6	4
364	6	1	4	13	285	75000	<b>49,40</b>	6	4
365	6	1	5	12	285	75000	<b>45,60</b>	6	4
366	6	1	6	13	279	75000	<b>48,36</b>	6	4

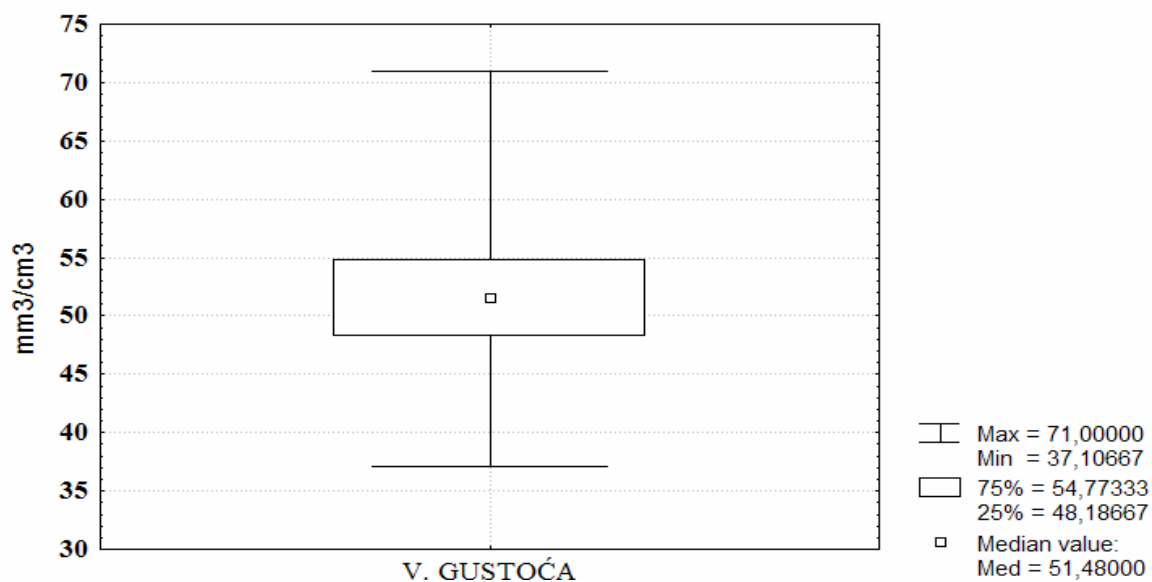
367	6	2	1	15	256	75000	<b>51,20</b>	6	4
368	6	2	2	13	277	75000	<b>48,01</b>	6	4
369	6	2	3	13	279	75000	<b>48,36</b>	6	4
370	6	2	4	12	292	75000	<b>46,72</b>	6	4
371	6	2	5	14	272	75000	<b>50,77</b>	6	4
372	6	2	6	15	239	75000	<b>47,80</b>	6	4
373	6	3	1	18	215	75000	<b>51,60</b>	6	4
374	6	3	2	15	236	75000	<b>47,20</b>	6	4
375	6	3	3	13	295	75000	<b>51,13</b>	6	4
376	6	3	4	12	298	75000	<b>47,68</b>	6	4
377	6	3	5	15	279	75000	<b>55,80</b>	6	4
378	6	3	6	15	239	75000	<b>47,80</b>	6	4
379	6	4	1	13	297	75000	<b>51,48</b>	6	4
380	6	4	2	13	299	75000	<b>51,83</b>	6	4
381	6	4	3	13	289	75000	<b>50,09</b>	6	4
382	6	4	4	18	222	75000	<b>53,28</b>	6	4
383	6	4	5	14	269	75000	<b>50,21</b>	6	4
384	6	4	6	13	269	75000	<b>46,63</b>	6	4
385	6	5	1	12	296	75000	<b>47,36</b>	6	4
386	6	5	2	13	298	75000	<b>51,65</b>	6	4
387	6	5	3	15	261	75000	<b>52,20</b>	6	4
388	6	5	4	19	209	75000	<b>52,95</b>	6	4
389	6	5	5	15	279	75000	<b>55,80</b>	6	4
390	6	5	6	13	298	75000	<b>51,65</b>	6	4
391	6	6	1	13	311	75000	<b>53,91</b>	6	4
392	6	6	2	12	295	75000	<b>47,20</b>	6	4
393	6	6	3	13	289	75000	<b>50,09</b>	6	4
394	6	6	4	15	275	75000	<b>55,00</b>	6	4
395	6	6	5	15	269	75000	<b>53,80</b>	6	4
396	6	6	6	12	341	75000	<b>54,56</b>	6	4
397	6	7	1	15	238	75000	<b>47,60</b>	6	4
398	6	7	2	13	298	75000	<b>51,65</b>	6	4
399	6	7	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	6	4
400	6	7	4	13	279	75000	<b>48,36</b>	6	4
401	6	7	5	15	268	75000	<b>53,60</b>	6	4
402	6	7	6	14	298	75000	<b>55,63</b>	6	4
403	6	8	1	15	265	75000	<b>53,00</b>	6	4
404	6	8	2	13	289	75000	<b>50,09</b>	6	4
405	6	8	3	15	257	75000	<b>51,40</b>	6	4
406	6	8	4	15	253	75000	<b>50,60</b>	6	4
407	6	8	5	13	298	75000	<b>51,65</b>	6	4
408	6	8	6	13	278	75000	<b>48,19</b>	6	4
409	6	9	1	18	248	75000	<b>59,52</b>	6	4
410	6	9	2	14	272	75000	<b>50,77</b>	6	4
411	6	9	3	15	239	75000	<b>47,80</b>	6	4
412	6	9	4	15	259	75000	<b>51,80</b>	6	4
413	6	9	5	15	267	75000	<b>53,40</b>	6	4

414	6	9	6	15	250	75000	<b>50,00</b>	6	4
415	6	10	1	14	254	75000	<b>47,41</b>	6	4
416	6	10	2	14	274	75000	<b>51,15</b>	6	4
417	6	10	3	15	249	75000	<b>49,80</b>	6	4
418	6	10	4	12	321	75000	<b>51,36</b>	6	4
419	6	10	5	15	253	75000	<b>50,60</b>	6	4
420	6	10	6	15	258	75000	<b>51,60</b>	6	4
421	6	11	1	18	244	75000	<b>58,56</b>	6	4
422	6	11	2	14	274	75000	<b>51,15</b>	6	4
423	6	11	3	11	338	75000	<b>49,57</b>	6	4
424	6	11	4	15	258	75000	<b>51,60</b>	6	4
425	6	11	5	15	252	75000	<b>50,40</b>	6	4
426	6	11	6	15	263	75000	<b>52,60</b>	6	4
427	6	12	1	13	296	75000	<b>51,31</b>	6	4
428	6	12	2	11	354	75000	<b>51,92</b>	6	4
429	6	12	3	15	268	75000	<b>53,60</b>	6	4
430	6	12	4	15	268	75000	<b>53,60</b>	6	4
431	6	12	5	13	296	75000	<b>51,31</b>	6	4
432	6	12	6	15	260	75000	<b>52,00</b>	6	4

Tablica 10. Osnovni statistički parametri volumne gustoće periosta ispod križno ožljebljene pločice

MREŽICA PLOČICA	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
V.Gustoća	51,47512	51,48000	37,10667	71,00000	48,18667	54,77333	6,586667	4,530868

Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod križno ožljebljene pločice



Slika 56. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod križno ožljebljene pločice

Kvantifikacija mikrocirkulacije periosta ispod nove popriječno ožljebljene pločice, načinjena je u 432 vidna polja, šest periosta uzetih u tri pokusne životinje (tablica 11).

Tablica 11. Rezultati mjerenja periosta ispod popriječno ožljebljene pločice i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

POPREČNI									
	Periost (1-6)	Rez (1-12)	Vidno polje (1-6)	Br. k.ž	Psr. k.ž.	P VP	V Gustoća	Ovca (1-9)	Noga (1-4)
1	1	1	1	13	218	75000	37,79	7	2
2	1	1	2	14	231	75000	43,12	7	2
3	1	1	3	15	217	75000	43,40	7	2
4	1	1	4	14	221	75000	41,25	7	2
5	1	1	5	15	207	75000	41,40	7	2
6	1	1	6	15	211	75000	42,20	7	2
7	1	2	1	16	212	75000	45,23	7	2
8	1	2	2	10	292	75000	38,93	7	2
9	1	2	3	9	267	75000	32,04	7	2
10	1	2	4	9	282	75000	33,84	7	2
11	1	2	5	14	219	75000	40,88	7	2
12	1	2	6	12	251	75000	40,16	7	2
13	1	3	1	7	323	75000	30,15	7	2
14	1	3	2	12	232	75000	37,12	7	2
15	1	3	3	11	302	75000	44,29	7	2
16	1	3	4	11	302	75000	44,29	7	2
17	1	3	5	12	254	75000	40,64	7	2
18	1	3	6	13	244	75000	42,29	7	2
19	1	4	1	12	311	75000	49,76	7	2
20	1	4	2	11	289	75000	42,39	7	2
21	1	4	3	11	280	75000	41,07	7	2
22	1	4	4	8	324	75000	34,56	7	2
23	1	4	5	7	321	75000	29,96	7	2
24	1	4	6	6	294	75000	23,52	7	2
25	1	5	1	7	275	75000	25,67	7	2
26	1	5	2	9	318	75000	38,16	7	2
27	1	5	3	10	312	75000	41,60	7	2
28	1	5	4	11	308	75000	45,17	7	2
29	1	5	5	11	276	75000	40,48	7	2
30	1	5	6	11	304	75000	44,59	7	2
31	1	6	1	11	271	75000	39,75	7	2
32	1	6	2	11	299	75000	43,85	7	2
33	1	6	3	9	278	75000	33,36	7	2
34	1	6	4	8	310	75000	33,07	7	2
35	1	6	5	11	288	75000	42,24	7	2
36	1	6	6	11	318	75000	46,64	7	2
37	1	7	1	10	304	75000	40,53	7	2
38	1	7	2	9	301	75000	36,12	7	2

**LEGENDA:**

**Br.** - broj

**K.ž.** - krvne žile

**Psr.** - srednja površina

**P** - površina

**VP** – vidno polje

**V** - volumen

39	1	7	3	9	362	75000	<b>43,44</b>	7	2
40	1	7	4	9	299	75000	<b>35,88</b>	7	2
41	1	7	5	10	318	75000	<b>42,40</b>	7	2
42	1	7	6	8	388	75000	<b>41,39</b>	7	2
43	1	8	1	8	304	75000	<b>32,43</b>	7	2
44	1	8	2	7	379	75000	<b>35,37</b>	7	2
45	1	8	3	8	344	75000	<b>36,69</b>	7	2
46	1	8	4	7	298	75000	<b>27,81</b>	7	2
47	1	8	5	11	289	75000	<b>42,39</b>	7	2
48	1	8	6	9	312	75000	<b>37,44</b>	7	2
49	1	9	1	8	337	75000	<b>35,95</b>	7	2
50	1	9	2	11	289	75000	<b>42,39</b>	7	2
51	1	9	3	10	249	75000	<b>33,20</b>	7	2
52	1	9	4	10	241	75000	<b>32,13</b>	7	2
53	1	9	5	8	323	75000	<b>34,45</b>	7	2
54	1	9	6	12	199	75000	<b>31,84</b>	7	2
55	1	10	1	9	312	75000	<b>37,44</b>	7	2
56	1	10	2	9	322	75000	<b>38,64</b>	7	2
57	1	10	3	10	316	75000	<b>42,13</b>	7	2
58	1	10	4	11	300	75000	<b>44,00</b>	7	2
59	1	10	5	9	341	75000	<b>40,92</b>	7	2
60	1	10	6	8	368	75000	<b>39,25</b>	7	2
61	1	11	1	8	328	75000	<b>34,99</b>	7	2
62	1	11	2	9	314	75000	<b>37,68</b>	7	2
63	1	11	3	11	291	75000	<b>42,68</b>	7	2
64	1	11	4	8	339	75000	<b>36,16</b>	7	2
65	1	11	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	7	2
66	1	11	6	11	298	75000	<b>43,71</b>	7	2
67	1	12	1	7	413	75000	<b>38,55</b>	7	2
68	1	12	2	10	316	75000	<b>42,13</b>	7	2
69	1	12	3	11	274	75000	<b>40,19</b>	7	2
70	1	12	4	12	300	75000	<b>48,00</b>	7	2
71	1	12	5	11	268	75000	<b>39,31</b>	7	2
72	1	12	6	10	288	75000	<b>38,40</b>	7	2
73	2	1	1	13	204	75000	<b>35,36</b>	7	3
74	2	1	2	14	208	75000	<b>38,83</b>	7	3
75	2	1	3	13	228	75000	<b>39,52</b>	7	3
76	2	1	4	9	304	75000	<b>36,48</b>	7	3
77	2	1	5	8	321	75000	<b>34,24</b>	7	3
78	2	1	6	10	342	75000	<b>45,60</b>	7	3
79	2	2	1	11	289	75000	<b>42,39</b>	7	3
80	2	2	2	12	248	75000	<b>39,68</b>	7	3
81	2	2	3	8	321	75000	<b>34,24</b>	7	3
82	2	2	4	9	322	75000	<b>38,64</b>	7	3
83	2	2	5	11	299	75000	<b>43,85</b>	7	3
84	2	2	6	10	308	75000	<b>41,07</b>	7	3
85	2	3	1	12	291	75000	<b>46,56</b>	7	3

86	2	3	2	9	374	75000	<b>44,88</b>	7	3
87	2	3	3	8	379	75000	<b>40,43</b>	7	3
88	2	3	4	10	334	75000	<b>44,53</b>	7	3
89	2	3	5	11	298	75000	<b>43,71</b>	7	3
90	2	3	6	8	278	75000	<b>29,65</b>	7	3
91	2	4	1	12	283	75000	<b>45,28</b>	7	3
92	2	4	2	7	337	75000	<b>31,45</b>	7	3
93	2	4	3	9	332	75000	<b>39,84</b>	7	3
94	2	4	4	10	299	75000	<b>39,87</b>	7	3
95	2	4	5	11	301	75000	<b>44,15</b>	7	3
96	2	4	6	11	303	75000	<b>44,44</b>	7	3
97	2	5	1	11	319	75000	<b>46,79</b>	7	3
98	2	5	2	11	300	75000	<b>44,00</b>	7	3
99	2	5	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	7	3
100	2	5	4	8	302	75000	<b>32,21</b>	7	3
101	2	5	5	11	255	75000	<b>37,40</b>	7	3
102	2	5	6	10	337	75000	<b>44,93</b>	7	3
103	2	6	1	11	312	75000	<b>45,76</b>	7	3
104	2	6	2	11	331	75000	<b>48,55</b>	7	3
105	2	6	3	10	321	75000	<b>42,80</b>	7	3
106	2	6	4	11	303	75000	<b>44,44</b>	7	3
107	2	6	5	11	252	75000	<b>36,96</b>	7	3
108	2	6	6	10	352	75000	<b>46,93</b>	7	3
109	2	7	1	9	322	75000	<b>38,64</b>	7	3
110	2	7	2	9	300	75000	<b>36,00</b>	7	3
111	2	7	3	8	289	75000	<b>30,83</b>	7	3
112	2	7	4	8	301	75000	<b>32,11</b>	7	3
113	2	7	5	7	358	75000	<b>33,41</b>	7	3
114	2	7	6	9	328	75000	<b>39,36</b>	7	3
115	2	8	1	11	324	75000	<b>47,52</b>	7	3
116	2	8	2	7	321	75000	<b>29,96</b>	7	3
117	2	8	3	11	321	75000	<b>47,08</b>	7	3
118	2	8	4	11	272	75000	<b>39,89</b>	7	3
119	2	8	5	11	297	75000	<b>43,56</b>	7	3
120	2	8	6	11	262	75000	<b>38,43</b>	7	3
121	2	9	1	13	259	75000	<b>44,89</b>	7	3
122	2	9	2	14	290	75000	<b>54,13</b>	7	3
123	2	9	3	15	265	75000	<b>53,00</b>	7	3
124	2	9	4	14	257	75000	<b>47,97</b>	7	3
125	2	9	5	16	242	75000	<b>51,63</b>	7	3
126	2	9	6	15	202	75000	<b>40,40</b>	7	3
127	2	10	1	16	226	75000	<b>48,21</b>	7	3
128	2	10	2	10	209	75000	<b>27,87</b>	7	3
129	2	10	3	9	341	75000	<b>40,92</b>	7	3
130	2	10	4	9	368	75000	<b>44,16</b>	7	3
131	2	10	5	14	209	75000	<b>39,01</b>	7	3
132	2	10	6	12	287	75000	<b>45,92</b>	7	3



133	2	11	1	7	321	75000	<b>29,96</b>	7	3
134	2	11	2	12	264	75000	<b>42,24</b>	7	3
135	2	11	3	11	298	75000	<b>43,71</b>	7	3
136	2	11	4	11	310	75000	<b>45,47</b>	7	3
137	2	11	5	12	232	75000	<b>37,12</b>	7	3
138	2	11	6	13	263	75000	<b>45,59</b>	7	3
139	2	12	1	12	236	75000	<b>37,76</b>	7	3
140	2	12	2	11	284	75000	<b>41,65</b>	7	3
141	2	12	3	11	291	75000	<b>42,68</b>	7	3
142	2	12	4	8	358	75000	<b>38,19</b>	7	3
143	2	12	5	7	360	75000	<b>33,60</b>	7	3
144	2	12	6	6	390	75000	<b>31,20</b>	7	3
145	3	1	1	7	368	75000	<b>34,35</b>	8	1
146	3	1	2	9	308	75000	<b>36,96</b>	8	1
147	3	1	3	10	294	75000	<b>39,20</b>	8	1
148	3	1	4	11	291	75000	<b>42,68</b>	8	1
149	3	1	5	11	281	75000	<b>41,21</b>	8	1
150	3	1	6	11	238	75000	<b>34,91</b>	8	1
151	3	2	1	11	224	75000	<b>32,85</b>	8	1
152	3	2	2	11	288	75000	<b>42,24</b>	8	1
153	3	2	3	9	260	75000	<b>31,20</b>	8	1
154	3	2	4	8	330	75000	<b>35,20</b>	8	1
155	3	2	5	11	274	75000	<b>40,19</b>	8	1
156	3	2	6	11	296	75000	<b>43,41</b>	8	1
157	3	3	1	10	315	75000	<b>42,00</b>	8	1
158	3	3	2	9	397	75000	<b>47,64</b>	8	1
159	3	3	3	9	359	75000	<b>43,08</b>	8	1
160	3	3	4	9	336	75000	<b>40,32</b>	8	1
161	3	3	5	10	331	75000	<b>44,13</b>	8	1
162	3	3	6	8	339	75000	<b>36,16</b>	8	1
163	3	4	1	8	308	75000	<b>32,85</b>	8	1
164	3	4	2	7	339	75000	<b>31,64</b>	8	1
165	3	4	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	8	1
166	3	4	4	7	348	75000	<b>32,48</b>	8	1
167	3	4	5	11	308	75000	<b>45,17</b>	8	1
168	3	4	6	9	314	75000	<b>37,68</b>	8	1
169	3	5	1	8	321	75000	<b>34,24</b>	8	1
170	3	5	2	11	288	75000	<b>42,24</b>	8	1
171	3	5	3	10	310	75000	<b>41,33</b>	8	1
172	3	5	4	10	322	75000	<b>42,93</b>	8	1
173	3	5	5	8	413	75000	<b>44,05</b>	8	1
174	3	5	6	12	286	75000	<b>45,76</b>	8	1
175	3	6	1	9	354	75000	<b>42,48</b>	8	1
176	3	6	2	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	1
177	3	6	3	10	298	75000	<b>39,73</b>	8	1
178	3	6	4	11	288	75000	<b>42,24</b>	8	1
179	3	6	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	8	1

180	3	6	6	8	344	75000	<b>36,69</b>	8	1
181	3	7	1	8	358	75000	<b>38,19</b>	8	1
182	3	7	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	8	1
183	3	7	3	11	321	75000	<b>47,08</b>	8	1
184	3	7	4	8	332	75000	<b>35,41</b>	8	1
185	3	7	5	9	319	75000	<b>38,28</b>	8	1
186	3	7	6	11	308	75000	<b>45,17</b>	8	1
187	3	8	1	7	361	75000	<b>33,69</b>	8	1
188	3	8	2	10	332	75000	<b>44,27</b>	8	1
189	3	8	3	13	269	75000	<b>46,63</b>	8	1
190	3	8	4	12	288	75000	<b>46,08</b>	8	1
191	3	8	5	11	288	75000	<b>42,24</b>	8	1
192	3	8	6	10	304	75000	<b>40,53</b>	8	1
193	3	9	1	13	279	75000	<b>48,36</b>	8	1
194	3	9	2	14	206	75000	<b>38,45</b>	8	1
195	3	9	3	13	244	75000	<b>42,29</b>	8	1
196	3	9	4	9	338	75000	<b>40,56</b>	8	1
197	3	9	5	8	312	75000	<b>33,28</b>	8	1
198	3	9	6	10	337	75000	<b>44,93</b>	8	1
199	3	10	1	11	302	75000	<b>44,29</b>	8	1
200	3	10	2	12	309	75000	<b>49,44</b>	8	1
201	3	10	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	8	1
202	3	10	4	9	368	75000	<b>44,16</b>	8	1
203	3	10	5	11	298	75000	<b>43,71</b>	8	1
204	3	10	6	10	302	75000	<b>40,27</b>	8	1
205	3	11	1	12	291	75000	<b>46,56</b>	8	1
206	3	11	2	9	330	75000	<b>39,60</b>	8	1
207	3	11	3	8	350	75000	<b>37,33</b>	8	1
208	3	11	4	10	312	75000	<b>41,60</b>	8	1
209	3	11	5	11	293	75000	<b>42,97</b>	8	1
210	3	11	6	8	376	75000	<b>40,11</b>	8	1
211	3	12	1	12	214	75000	<b>34,24</b>	8	1
212	3	12	2	7	391	75000	<b>36,49</b>	8	1
213	3	12	3	9	368	75000	<b>44,16</b>	8	1
214	3	12	4	10	288	75000	<b>38,40</b>	8	1
215	3	12	5	11	288	75000	<b>42,24</b>	8	1
216	3	12	6	11	285	75000	<b>41,80</b>	8	1
217	4	1	1	11	301	75000	<b>44,15</b>	8	3
218	4	1	2	11	301	75000	<b>44,15</b>	8	3
219	4	1	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	8	3
220	4	1	4	8	302	75000	<b>32,21</b>	8	3
221	4	1	5	11	299	75000	<b>43,85</b>	8	3
222	4	1	6	10	328	75000	<b>43,73</b>	8	3
223	4	2	1	11	300	75000	<b>44,00</b>	8	3
224	4	2	2	11	300	75000	<b>44,00</b>	8	3
225	4	2	3	10	299	75000	<b>39,87</b>	8	3
226	4	2	4	11	308	75000	<b>45,17</b>	8	3

227	4	2	5	11	300	75000	<b>44,00</b>	8	3
228	4	2	6	10	304	75000	<b>40,53</b>	8	3
229	4	3	1	9	379	75000	<b>45,48</b>	8	3
230	4	3	2	9	311	75000	<b>37,32</b>	8	3
231	4	3	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	8	3
232	4	3	4	8	278	75000	<b>29,65</b>	8	3
233	4	3	5	7	292	75000	<b>27,25</b>	8	3
234	4	3	6	9	337	75000	<b>40,44</b>	8	3
235	4	4	1	11	312	75000	<b>45,76</b>	8	3
236	4	4	2	7	359	75000	<b>33,51</b>	8	3
237	4	4	3	11	291	75000	<b>42,68</b>	8	3
238	4	4	4	11	268	75000	<b>39,31</b>	8	3
239	4	4	5	11	328	75000	<b>48,11</b>	8	3
240	4	4	6	11	311	75000	<b>45,61</b>	8	3
241	4	5	1	13	181	75000	<b>31,37</b>	8	3
242	4	5	2	14	238	75000	<b>44,43</b>	8	3
243	4	5	3	12	300	75000	<b>48,00</b>	8	3
244	4	5	4	14	442	75000	<b>82,51</b>	8	3
245	4	5	5	16	303	75000	<b>64,64</b>	8	3
246	4	5	6	15	222	75000	<b>44,40</b>	8	3
247	4	6	1	16	274	75000	<b>58,45</b>	8	3
248	4	6	2	10	321	75000	<b>42,80</b>	8	3
249	4	6	3	9	278	75000	<b>33,36</b>	8	3
250	4	6	4	9	299	75000	<b>35,88</b>	8	3
251	4	6	5	14	250	75000	<b>46,67</b>	8	3
252	4	6	6	12	288	75000	<b>46,08</b>	8	3
253	4	7	1	7	328	75000	<b>30,61</b>	8	3
254	4	7	2	12	254	75000	<b>40,64</b>	8	3
255	4	7	3	11	321	75000	<b>47,08</b>	8	3
256	4	7	4	11	312	75000	<b>45,76</b>	8	3
257	4	7	5	12	299	75000	<b>47,84</b>	8	3
258	4	7	6	13	278	75000	<b>48,19</b>	8	3
259	4	8	1	12	321	75000	<b>51,36</b>	8	3
260	4	8	2	11	222	75000	<b>32,56</b>	8	3
261	4	8	3	11	299	75000	<b>43,85</b>	8	3
262	4	8	4	8	308	75000	<b>32,85</b>	8	3
263	4	8	5	7	377	75000	<b>35,19</b>	8	3
264	4	8	6	6	304	75000	<b>24,32</b>	8	3
265	4	9	1	7	379	75000	<b>35,37</b>	8	3
266	4	9	2	9	334	75000	<b>40,08</b>	8	3
267	4	9	3	10	298	75000	<b>39,73</b>	8	3
268	4	9	4	11	298	75000	<b>43,71</b>	8	3
269	4	9	5	11	272	75000	<b>39,89</b>	8	3
270	4	9	6	11	307	75000	<b>45,03</b>	8	3
271	4	10	1	11	302	75000	<b>44,29</b>	8	3
272	4	10	2	11	339	75000	<b>49,72</b>	8	3
273	4	10	3	9	341	75000	<b>40,92</b>	8	3

274	4	10	4	8	368	75000	<b>39,25</b>	8	3
275	4	10	5	11	328	75000	<b>48,11</b>	8	3
276	4	10	6	11	304	75000	<b>44,59</b>	8	3
277	4	11	1	10	321	75000	<b>42,80</b>	8	3
278	4	11	2	9	278	75000	<b>33,36</b>	8	3
279	4	11	3	9	310	75000	<b>37,20</b>	8	3
280	4	11	4	9	347	75000	<b>41,64</b>	8	3
281	4	11	5	10	273	75000	<b>36,40</b>	8	3
282	4	11	6	8	376	75000	<b>40,11</b>	8	3
283	4	12	1	8	354	75000	<b>37,76</b>	8	3
284	4	12	2	7	371	75000	<b>34,63</b>	8	3
285	4	12	3	8	318	75000	<b>33,92</b>	8	3
286	4	12	4	7	288	75000	<b>26,88</b>	8	3
287	4	12	5	11	310	75000	<b>45,47</b>	8	3
288	4	12	6	9	368	75000	<b>44,16</b>	8	3
289	5	1	1	8	328	75000	<b>34,99</b>	9	2
290	5	1	2	11	304	75000	<b>44,59</b>	9	2
291	5	1	3	10	321	75000	<b>42,80</b>	9	2
292	5	1	4	10	312	75000	<b>41,60</b>	9	2
293	5	1	5	8	299	75000	<b>31,89</b>	9	2
294	5	1	6	12	232	75000	<b>37,12</b>	9	2
295	5	2	1	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	2
296	5	2	2	9	332	75000	<b>39,84</b>	9	2
297	5	2	3	10	299	75000	<b>39,87</b>	9	2
298	5	2	4	11	302	75000	<b>44,29</b>	9	2
299	5	2	5	9	313	75000	<b>37,56</b>	9	2
300	5	2	6	8	300	75000	<b>32,00</b>	9	2
301	5	3	1	8	379	75000	<b>40,43</b>	9	2
302	5	3	2	9	334	75000	<b>40,08</b>	9	2
303	5	3	3	11	298	75000	<b>43,71</b>	9	2
304	5	3	4	8	278	75000	<b>29,65</b>	9	2
305	5	3	5	9	272	75000	<b>32,64</b>	9	2
306	5	3	6	11	317	75000	<b>46,49</b>	9	2
307	5	4	1	7	352	75000	<b>32,85</b>	9	2
308	5	4	2	10	329	75000	<b>43,87</b>	9	2
309	5	4	3	13	311	75000	<b>53,91</b>	9	2
310	5	4	4	12	318	75000	<b>50,88</b>	9	2
311	5	4	5	11	328	75000	<b>48,11</b>	9	2
312	5	4	6	10	334	75000	<b>44,53</b>	9	2
313	5	5	1	13	221	75000	<b>38,31</b>	9	2
314	5	5	2	14	167	75000	<b>31,17</b>	9	2
315	5	5	3	13	240	75000	<b>41,60</b>	9	2
316	5	5	4	9	355	75000	<b>42,60</b>	9	2
317	5	5	5	8	413	75000	<b>44,05</b>	9	2
318	5	5	6	10	346	75000	<b>46,13</b>	9	2
319	5	6	1	11	309	75000	<b>45,32</b>	9	2
320	5	6	2	12	321	75000	<b>51,36</b>	9	2

321	5	6	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	9	2
322	5	6	4	9	288	75000	<b>34,56</b>	9	2
323	5	6	5	11	310	75000	<b>45,47</b>	9	2
324	5	6	6	10	338	75000	<b>45,07</b>	9	2
325	5	7	1	12	300	75000	<b>48,00</b>	9	2
326	5	7	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	9	2
327	5	7	3	8	321	75000	<b>34,24</b>	9	2
328	5	7	4	10	362	75000	<b>48,27</b>	9	2
329	5	7	5	11	253	75000	<b>37,11</b>	9	2
330	5	7	6	8	328	75000	<b>34,99</b>	9	2
331	5	8	1	12	258	75000	<b>41,28</b>	9	2
332	5	8	2	7	321	75000	<b>29,96</b>	9	2
333	5	8	3	9	350	75000	<b>42,00</b>	9	2
334	5	8	4	10	308	75000	<b>41,07</b>	9	2
335	5	8	5	11	298	75000	<b>43,71</b>	9	2
336	5	8	6	11	304	75000	<b>44,59</b>	9	2
337	5	9	1	11	289	75000	<b>42,39</b>	9	2
338	5	9	2	11	234	75000	<b>34,32</b>	9	2
339	5	9	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	2
340	5	9	4	8	278	75000	<b>29,65</b>	9	2
341	5	9	5	11	272	75000	<b>39,89</b>	9	2
342	5	9	6	10	277	75000	<b>36,93</b>	9	2
343	5	10	1	11	272	75000	<b>39,89</b>	9	2
344	5	10	2	11	299	75000	<b>43,85</b>	9	2
345	5	10	3	10	261	75000	<b>34,80</b>	9	2
346	5	10	4	11	278	75000	<b>40,77</b>	9	2
347	5	10	5	11	268	75000	<b>39,31</b>	9	2
348	5	10	6	10	254	75000	<b>33,87</b>	9	2
349	5	11	1	9	301	75000	<b>36,12</b>	9	2
350	5	11	2	9	241	75000	<b>28,92</b>	9	2
351	5	11	3	8	310	75000	<b>33,07</b>	9	2
352	5	11	4	8	312	75000	<b>33,28</b>	9	2
353	5	11	5	7	413	75000	<b>38,55</b>	9	2
354	5	11	6	9	276	75000	<b>33,12</b>	9	2
355	5	12	1	11	254	75000	<b>37,25</b>	9	2
357	5	12	2	7	351	75000	<b>32,76</b>	9	2
356	5	12	3	11	298	75000	<b>43,71</b>	9	2
358	5	12	4	11	288	75000	<b>42,24</b>	9	2
359	5	12	5	11	275	75000	<b>40,33</b>	9	2
360	5	12	6	11	288	75000	<b>42,24</b>	9	2
361	6	1	1	13	238	75000	<b>41,25</b>	9	3
362	6	1	2	14	244	75000	<b>45,55</b>	9	3
363	6	1	3	15	203	75000	<b>40,60</b>	9	3
364	6	1	4	14	213	75000	<b>39,76</b>	9	3
365	6	1	5	16	201	75000	<b>42,88</b>	9	3
366	6	1	6	15	211	75000	<b>42,20</b>	9	3
367	6	2	1	16	189	75000	<b>40,32</b>	9	3

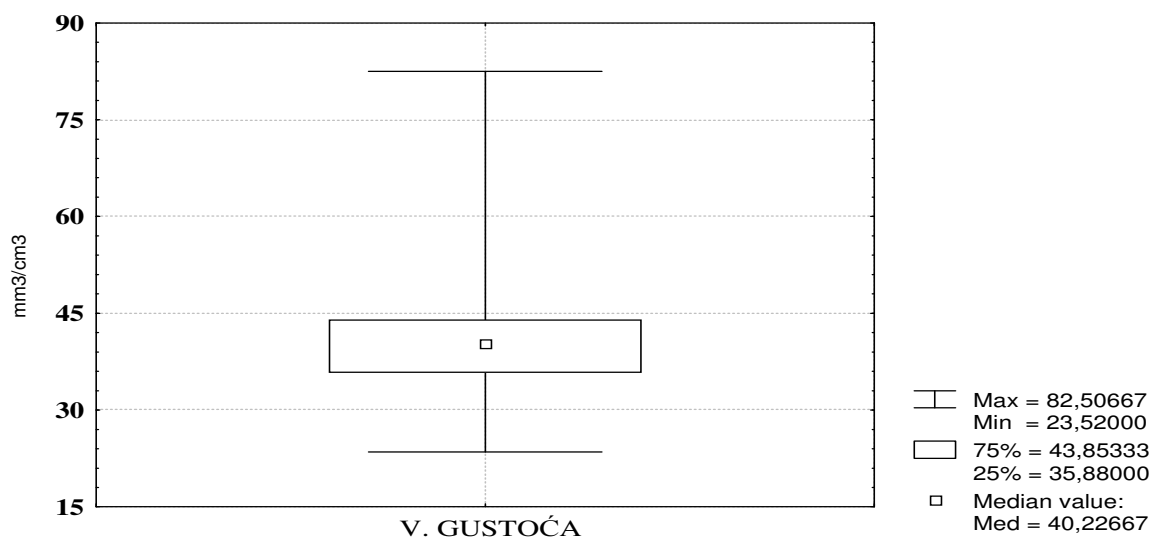
368	6	2	2	10	262	75000	<b>34,93</b>	9	3
369	6	2	3	9	299	75000	<b>35,88</b>	9	3
370	6	2	4	9	308	75000	<b>36,96</b>	9	3
371	6	2	5	14	248	75000	<b>46,29</b>	9	3
372	6	2	6	12	274	75000	<b>43,84</b>	9	3
373	6	3	1	7	359	75000	<b>33,51</b>	9	3
374	6	3	2	12	254	75000	<b>40,64</b>	9	3
375	6	3	3	11	298	75000	<b>43,71</b>	9	3
376	6	3	4	11	278	75000	<b>40,77</b>	9	3
377	6	3	5	12	272	75000	<b>43,52</b>	9	3
378	6	3	6	13	258	75000	<b>44,72</b>	9	3
379	6	4	1	12	285	75000	<b>45,60</b>	9	3
380	6	4	2	11	287	75000	<b>42,09</b>	9	3
381	6	4	3	11	280	75000	<b>41,07</b>	9	3
382	6	4	4	8	368	75000	<b>39,25</b>	9	3
383	6	4	5	7	328	75000	<b>30,61</b>	9	3
384	6	4	6	6	294	75000	<b>23,52</b>	9	3
385	6	5	1	7	321	75000	<b>29,96</b>	9	3
386	6	5	2	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	3
387	6	5	3	10	310	75000	<b>41,33</b>	9	3
388	6	5	4	11	212	75000	<b>31,09</b>	9	3
389	6	5	5	11	283	75000	<b>41,51</b>	9	3
390	6	5	6	11	276	75000	<b>40,48</b>	9	3
391	6	6	1	11	254	75000	<b>37,25</b>	9	3
392	6	6	2	11	259	75000	<b>37,99</b>	9	3
393	6	6	3	9	298	75000	<b>35,76</b>	9	3
394	6	6	4	8	288	75000	<b>30,72</b>	9	3
395	6	6	5	11	280	75000	<b>41,07</b>	9	3
396	6	6	6	11	228	75000	<b>33,44</b>	9	3
397	6	7	1	10	328	75000	<b>43,73</b>	9	3
398	6	7	2	9	304	75000	<b>36,48</b>	9	3
399	6	7	3	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	3
400	6	7	4	9	312	75000	<b>37,44</b>	9	3
401	6	7	5	10	299	75000	<b>39,87</b>	9	3
402	6	7	6	8	318	75000	<b>33,92</b>	9	3
403	6	8	1	8	321	75000	<b>34,24</b>	9	3
404	6	8	2	7	362	75000	<b>33,79</b>	9	3
405	6	8	3	8	299	75000	<b>31,89</b>	9	3
406	6	8	4	7	308	75000	<b>28,75</b>	9	3
407	6	8	5	11	318	75000	<b>46,64</b>	9	3
408	6	8	6	9	304	75000	<b>36,48</b>	9	3
409	6	9	1	8	299	75000	<b>31,89</b>	9	3
410	6	9	2	11	304	75000	<b>44,59</b>	9	3
411	6	9	3	10	298	75000	<b>39,73</b>	9	3
412	6	9	4	10	278	75000	<b>37,07</b>	9	3
413	6	9	5	8	292	75000	<b>31,15</b>	9	3
414	6	9	6	12	217	75000	<b>34,72</b>	9	3

415	6	10	1	9	332	75000	<b>39,84</b>	9	3
416	6	10	2	9	338	75000	<b>40,56</b>	9	3
417	6	10	3	10	314	75000	<b>41,87</b>	9	3
418	6	10	4	11	297	75000	<b>43,56</b>	9	3
419	6	10	5	9	303	75000	<b>36,36</b>	9	3
420	6	10	6	8	316	75000	<b>33,71</b>	9	3
421	6	11	1	8	289	75000	<b>30,83</b>	9	3
422	6	11	2	9	321	75000	<b>38,52</b>	9	3
423	6	11	3	11	278	75000	<b>40,77</b>	9	3
424	6	11	4	8	309	75000	<b>32,96</b>	9	3
425	6	11	5	9	310	75000	<b>37,20</b>	9	3
426	6	11	6	11	278	75000	<b>40,77</b>	9	3
427	6	12	1	7	302	75000	<b>28,19</b>	9	3
428	6	12	2	10	278	75000	<b>37,07</b>	9	3
429	6	12	3	13	200	75000	<b>34,67</b>	9	3
430	6	12	4	12	233	75000	<b>37,28</b>	9	3
431	6	12	5	11	268	75000	<b>39,31</b>	9	3
432	6	12	6	10	295	75000	<b>39,33</b>	9	3

Tablica 12. Osnovni statistički parametri volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod popriječno ožljebljene pločice

POPREČNA PLOČICA	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
V. GUSTOĆA	432	39,81	40,23	23,52	82,51	35,88	43,85	7,97	5,98

Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod popriječno ožljebljene pločice



Slika 57. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod popriječno ožljebljene pločice



Kvantifikacija mikrocirkulacije periosta ispod nove **uzdužno uždjebljene pločice**, načinjena je u 432 vidna polja, šest periosta uzetih u šest pokusnih životinja (tablica 13).

Tablica 13. Rezultati mjerenja periosta ispod uzdužno oždjebljene pločice i vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije za svako mjereno vidno polje

UZDUŽNO									
	Periost (1-6)	Rez (1-12)	Vidno polje (1-6)	Br. k.ž	Psr. k.ž.	P VP	V Gustoća	Ovca (1-9)	Noga (1-4)
1	1	1	1	9	272	75000	32,64	1	4
2	1	1	2	11	281	75000	41,21	1	4
3	1	1	3	8	294	75000	31,36	1	4
4	1	1	4	9	277	75000	33,24	1	4
5	1	1	5	11	223	75000	32,71	1	4
6	1	1	6	8	351	75000	37,44	1	4
7	1	2	1	11	245	75000	35,93	1	4
8	1	2	2	9	291	75000	34,92	1	4
9	1	2	3	12	211	75000	33,76	1	4
10	1	2	4	11	291	75000	42,68	1	4
11	1	2	5	10	248	75000	33,07	1	4
12	1	2	6	13	199	75000	34,49	1	4
13	1	3	1	12	249	75000	39,84	1	4
14	1	3	2	13	249	75000	43,16	1	4
15	1	3	3	9	291	75000	34,92	1	4
16	1	3	4	8	295	75000	31,47	1	4
17	1	3	5	10	255	75000	34,00	1	4
18	1	3	6	14	207	75000	38,64	1	4
19	1	4	1	12	206	75000	32,96	1	4
20	1	4	2	8	297	75000	31,68	1	4
21	1	4	3	9	279	75000	33,48	1	4
22	1	4	4	11	212	75000	31,09	1	4
23	1	4	5	10	232	75000	30,93	1	4
24	1	4	6	12	239	75000	38,24	1	4
25	1	5	1	9	295	75000	35,40	1	4
26	1	5	2	8	340	75000	36,27	1	4
27	1	5	3	10	295	75000	39,33	1	4
28	1	5	4	11	298	75000	43,71	1	4
29	1	5	5	8	291	75000	31,04	1	4
30	1	5	6	12	289	75000	46,24	1	4
31	1	6	1	10	297	75000	39,60	1	4
32	1	6	2	7	299	75000	27,91	1	4
33	1	6	3	9	289	75000	34,68	1	4
34	1	6	4	8	266	75000	28,37	1	4
35	1	6	5	10	209	75000	27,87	1	4

**LEGENDA:**

**Br.** - broj

**K.ž.** - krvne žile

**Psr.** - srednja površina

**P** - površina

**VP** - vidno polje

**V** - volumen

36	1	6	6	11	251	75000	<b>36,81</b>	1	4
37	1	7	1	13	206	75000	<b>35,71</b>	1	4
38	1	7	2	11	216	75000	<b>31,68</b>	1	4
39	1	7	3	11	200	75000	<b>29,33</b>	1	4
40	1	7	4	9	289	75000	<b>34,68</b>	1	4
41	1	7	5	10	279	75000	<b>37,20</b>	1	4
42	1	7	6	9	267	75000	<b>32,04</b>	1	4
43	1	8	1	8	275	75000	<b>29,33</b>	1	4
44	1	8	2	9	285	75000	<b>34,20</b>	1	4
45	1	8	3	9	289	75000	<b>34,68</b>	1	4
46	1	8	4	10	275	75000	<b>36,67</b>	1	4
47	1	8	5	11	261	75000	<b>38,28</b>	1	4
48	1	8	6	9	248	75000	<b>29,76</b>	1	4
49	1	9	1	8	278	75000	<b>29,65</b>	1	4
50	1	9	2	8	298	75000	<b>31,79</b>	1	4
51	1	9	3	10	241	75000	<b>32,13</b>	1	4
52	1	9	4	10	279	75000	<b>37,20</b>	1	4
53	1	9	5	9	288	75000	<b>34,56</b>	1	4
54	1	9	6	8	238	75000	<b>25,39</b>	1	4
55	1	10	1	9	225	75000	<b>27,00</b>	1	4
56	1	10	2	9	289	75000	<b>34,68</b>	1	4
57	1	10	3	10	257	75000	<b>34,27</b>	1	4
58	1	10	4	11	223	75000	<b>32,71</b>	1	4
59	1	10	5	9	248	75000	<b>29,76</b>	1	4
60	1	10	6	8	278	75000	<b>29,65</b>	1	4
61	1	11	1	10	298	75000	<b>39,73</b>	1	4
62	1	11	2	9	272	75000	<b>32,64</b>	1	4
63	1	11	3	11	231	75000	<b>33,88</b>	1	4
64	1	11	4	8	331	75000	<b>35,31</b>	1	4
65	1	11	5	9	267	75000	<b>32,04</b>	1	4
66	1	11	6	11	223	75000	<b>32,71</b>	1	4
67	1	12	1	7	311	75000	<b>29,03</b>	1	4
68	1	12	2	10	214	75000	<b>28,53</b>	1	4
69	1	12	3	13	249	75000	<b>43,16</b>	1	4
70	1	12	4	12	302	75000	<b>48,32</b>	1	4
71	1	12	5	11	293	75000	<b>42,97</b>	1	4
72	1	12	6	11	248	75000	<b>36,37</b>	1	4
73	2	1	1	13	250	75000	<b>43,33</b>	2	3
74	2	1	2	14	262	75000	<b>48,91</b>	2	3
75	2	1	3	13	201	75000	<b>34,84</b>	2	3
76	2	1	4	9	294	75000	<b>35,28</b>	2	3
77	2	1	5	8	277	75000	<b>29,55</b>	2	3
78	2	1	6	10	223	75000	<b>29,73</b>	2	3
79	2	2	1	14	251	75000	<b>46,85</b>	2	3
80	2	2	2	12	245	75000	<b>39,20</b>	2	3
81	2	2	3	8	291	75000	<b>31,04</b>	2	3
82	2	2	4	9	311	75000	<b>37,32</b>	2	3

83	2	2	5	11	231	75000	<b>33,88</b>	2	3
84	2	2	6	10	248	75000	<b>33,07</b>	2	3
85	2	3	1	12	199	75000	<b>31,84</b>	2	3
86	2	3	2	9	289	75000	<b>34,68</b>	2	3
87	2	3	3	8	249	75000	<b>26,56</b>	2	3
88	2	3	4	10	321	75000	<b>42,80</b>	2	3
89	2	3	5	11	285	75000	<b>41,80</b>	2	3
90	2	3	6	8	295	75000	<b>31,47</b>	2	3
91	2	4	1	12	207	75000	<b>33,12</b>	2	3
92	2	4	2	10	206	75000	<b>27,47</b>	2	3
93	2	4	3	8	277	75000	<b>29,55</b>	2	3
94	2	4	4	9	279	75000	<b>33,48</b>	2	3
95	2	4	5	8	212	75000	<b>22,61</b>	2	3
96	2	4	6	10	232	75000	<b>30,93</b>	2	3
97	2	5	1	11	239	75000	<b>35,05</b>	2	3
98	2	5	2	13	265	75000	<b>45,93</b>	2	3
99	2	5	3	11	340	75000	<b>49,87</b>	2	3
100	2	5	4	10	309	75000	<b>41,20</b>	2	3
101	2	5	5	9	298	75000	<b>35,76</b>	2	3
102	2	5	6	10	291	75000	<b>38,80</b>	2	3
103	2	6	1	8	289	75000	<b>30,83</b>	2	3
104	2	6	2	8	297	75000	<b>31,68</b>	2	3
105	2	6	3	9	239	75000	<b>28,68</b>	2	3
106	2	6	4	9	289	75000	<b>34,68</b>	2	3
107	2	6	5	10	266	75000	<b>35,47</b>	2	3
108	2	6	6	9	259	75000	<b>31,08</b>	2	3
109	2	7	1	9	301	75000	<b>36,12</b>	2	3
110	2	7	2	10	206	75000	<b>27,47</b>	2	3
111	2	7	3	8	276	75000	<b>29,44</b>	2	3
112	2	7	4	10	200	75000	<b>26,67</b>	2	3
113	2	7	5	10	289	75000	<b>38,53</b>	2	3
114	2	7	6	9	279	75000	<b>33,48</b>	2	3
115	2	8	1	10	298	75000	<b>39,73</b>	2	3
116	2	8	2	9	299	75000	<b>35,88</b>	2	3
117	2	8	3	9	295	75000	<b>35,40</b>	2	3
118	2	8	4	10	289	75000	<b>38,53</b>	2	3
119	2	8	5	11	275	75000	<b>40,33</b>	2	3
120	2	8	6	9	291	75000	<b>34,92</b>	2	3
121	2	9	1	9	288	75000	<b>34,56</b>	2	3
122	2	9	2	11	278	75000	<b>40,77</b>	2	3
123	2	9	3	8	298	75000	<b>31,79</b>	2	3
124	2	9	4	9	281	75000	<b>33,72</b>	2	3
125	2	9	5	11	279	75000	<b>40,92</b>	2	3
126	2	9	6	7	308	75000	<b>28,75</b>	2	3
127	2	10	1	10	218	75000	<b>29,07</b>	2	3
128	2	10	2	11	225	75000	<b>33,00</b>	2	3
129	2	10	3	12	289	75000	<b>46,24</b>	2	3

130	2	10	4	11	257	75000	<b>37,69</b>	2	3
131	2	10	5	12	223	75000	<b>35,68</b>	2	3
132	2	10	6	13	248	75000	<b>42,99</b>	2	3
133	2	11	1	12	278	75000	<b>44,48</b>	2	3
134	2	11	2	13	249	75000	<b>43,16</b>	2	3
135	2	11	3	9	272	75000	<b>32,64</b>	2	3
136	2	11	4	11	231	75000	<b>33,88</b>	2	3
137	2	11	5	10	231	75000	<b>30,80</b>	2	3
138	2	11	6	15	267	75000	<b>53,40</b>	2	3
139	2	12	1	12	223	75000	<b>35,68</b>	2	3
140	2	12	2	8	301	75000	<b>32,11</b>	2	3
141	2	12	3	9	214	75000	<b>25,68</b>	2	3
142	2	12	4	11	149	75000	<b>21,85</b>	2	3
143	2	12	5	10	211	75000	<b>28,13</b>	2	3
144	2	12	6	12	203	75000	<b>32,48</b>	2	3
145	3	1	1	9	218	75000	<b>26,16</b>	3	1
146	3	1	2	8	309	75000	<b>32,96</b>	3	1
147	3	1	3	10	234	75000	<b>31,20</b>	3	1
148	3	1	4	11	267	75000	<b>39,16</b>	3	1
149	3	1	5	8	283	75000	<b>30,19</b>	3	1
150	3	1	6	12	211	75000	<b>33,76</b>	3	1
151	3	2	1	10	245	75000	<b>32,67</b>	3	1
152	3	2	2	8	299	75000	<b>31,89</b>	3	1
153	3	2	3	9	211	75000	<b>25,32</b>	3	1
154	3	2	4	8	265	75000	<b>28,27</b>	3	1
155	3	2	5	10	218	75000	<b>29,07</b>	3	1
156	3	2	6	11	199	75000	<b>29,19</b>	3	1
157	3	3	1	13	272	75000	<b>47,15</b>	3	1
158	3	3	2	11	291	75000	<b>42,68</b>	3	1
159	3	3	3	10	294	75000	<b>39,20</b>	3	1
160	3	3	4	9	277	75000	<b>33,24</b>	3	1
161	3	3	5	10	223	75000	<b>29,73</b>	3	1
162	3	3	6	8	281	75000	<b>29,97</b>	3	1
163	3	4	1	8	245	75000	<b>26,13</b>	3	1
164	3	4	2	9	291	75000	<b>34,92</b>	3	1
165	3	4	3	9	277	75000	<b>33,24</b>	3	1
166	3	4	4	10	231	75000	<b>30,80</b>	3	1
167	3	4	5	11	248	75000	<b>36,37</b>	3	1
168	3	4	6	9	299	75000	<b>35,88</b>	3	1
169	3	5	1	8	289	75000	<b>30,83</b>	3	1
170	3	5	2	9	249	75000	<b>29,88</b>	3	1
171	3	5	3	10	241	75000	<b>32,13</b>	3	1
172	3	5	4	10	285	75000	<b>38,00</b>	3	1
173	3	5	5	8	255	75000	<b>27,20</b>	3	1
174	3	5	6	9	257	75000	<b>30,84</b>	3	1
175	3	6	1	10	246	75000	<b>32,80</b>	3	1
176	3	6	2	9	277	75000	<b>33,24</b>	3	1

177	3	6	3	10	279	75000	<b>37,20</b>	3	1
178	3	6	4	11	212	75000	<b>31,09</b>	3	1
179	3	6	5	9	288	75000	<b>34,56</b>	3	1
180	3	6	6	10	239	75000	<b>31,87</b>	3	1
181	3	7	1	8	265	75000	<b>28,27</b>	3	1
182	3	7	2	9	340	75000	<b>40,80</b>	3	1
183	3	7	3	11	295	75000	<b>43,27</b>	3	1
184	3	7	4	11	278	75000	<b>40,77</b>	3	1
185	3	7	5	9	291	75000	<b>34,92</b>	3	1
186	3	7	6	11	289	75000	<b>42,39</b>	3	1
187	3	8	1	7	337	75000	<b>31,45</b>	3	1
188	3	8	2	10	239	75000	<b>31,87</b>	3	1
189	3	8	3	13	229	75000	<b>39,69</b>	3	1
190	3	8	4	12	266	75000	<b>42,56</b>	3	1
191	3	8	5	11	209	75000	<b>30,65</b>	3	1
192	3	8	6	10	323	75000	<b>43,07</b>	3	1
193	3	9	1	13	206	75000	<b>35,71</b>	3	1
194	3	9	2	14	216	75000	<b>40,32</b>	3	1
195	3	9	3	13	200	75000	<b>34,67</b>	3	1
196	3	9	4	9	289	75000	<b>34,68</b>	3	1
197	3	9	5	8	311	75000	<b>33,17</b>	3	1
198	3	9	6	10	278	75000	<b>37,07</b>	3	1
199	3	10	1	17	209	75000	<b>47,37</b>	3	1
200	3	10	2	12	225	75000	<b>36,00</b>	3	1
201	3	10	3	8	289	75000	<b>30,83</b>	3	1
202	3	10	4	9	275	75000	<b>33,00</b>	3	1
203	3	10	5	11	261	75000	<b>38,28</b>	3	1
204	3	10	6	10	248	75000	<b>33,07</b>	3	1
205	3	11	1	12	278	75000	<b>44,48</b>	3	1
206	3	11	2	9	298	75000	<b>35,76</b>	3	1
207	3	11	3	9	241	75000	<b>28,92</b>	3	1
208	3	11	4	10	279	75000	<b>37,20</b>	3	1
209	3	11	5	11	208	75000	<b>30,51</b>	3	1
210	3	11	6	9	218	75000	<b>26,16</b>	3	1
211	3	12	1	12	225	75000	<b>36,00</b>	3	1
212	3	12	2	10	289	75000	<b>38,53</b>	3	1
213	3	12	3	8	257	75000	<b>27,41</b>	3	1
214	3	12	4	9	273	75000	<b>32,76</b>	3	1
215	3	12	5	8	248	75000	<b>26,45</b>	3	1
216	3	12	6	10	278	75000	<b>37,07</b>	3	1
217	4	1	1	11	298	75000	<b>43,71</b>	4	4
218	4	1	2	13	272	75000	<b>47,15</b>	4	4
219	4	1	3	11	231	75000	<b>33,88</b>	4	4
220	4	1	4	10	231	75000	<b>30,80</b>	4	4
221	4	1	5	9	267	75000	<b>32,04</b>	4	4
222	4	1	6	10	223	75000	<b>29,73</b>	4	4
223	4	2	1	8	211	75000	<b>22,51</b>	4	4

224	4	2	2	8	214	75000	<b>22,83</b>	4	4
225	4	2	3	9	249	75000	<b>29,88</b>	4	4
226	4	2	4	9	211	75000	<b>25,32</b>	4	4
227	4	2	5	10	233	75000	<b>31,07</b>	4	4
228	4	2	6	9	248	75000	<b>29,76</b>	4	4
229	4	3	1	9	299	75000	<b>35,88</b>	4	4
230	4	3	2	9	245	75000	<b>29,40</b>	4	4
231	4	3	3	11	229	75000	<b>33,59</b>	4	4
232	4	3	4	10	255	75000	<b>34,00</b>	4	4
233	4	3	5	10	198	75000	<b>26,40</b>	4	4
234	4	3	6	8	291	75000	<b>31,04</b>	4	4
235	4	4	1	8	281	75000	<b>29,97</b>	4	4
236	4	4	2	9	217	75000	<b>26,04</b>	4	4
237	4	4	3	9	254	75000	<b>30,48</b>	4	4
238	4	4	4	10	189	75000	<b>25,20</b>	4	4
239	4	4	5	11	287	75000	<b>42,09</b>	4	4
240	4	4	6	11	209	75000	<b>30,65</b>	4	4
241	4	5	1	11	201	75000	<b>29,48</b>	4	4
242	4	5	2	11	204	75000	<b>29,92</b>	4	4
243	4	5	3	8	296	75000	<b>31,57</b>	4	4
244	4	5	4	9	290	75000	<b>34,80</b>	4	4
245	4	5	5	11	235	75000	<b>34,47</b>	4	4
246	4	5	6	8	279	75000	<b>29,76</b>	4	4
247	4	6	1	10	272	75000	<b>36,27</b>	4	4
248	4	6	2	9	351	75000	<b>42,12</b>	4	4
249	4	6	3	12	294	75000	<b>47,04</b>	4	4
250	4	6	4	11	277	75000	<b>40,63</b>	4	4
251	4	6	5	10	283	75000	<b>37,73</b>	4	4
252	4	6	6	13	281	75000	<b>48,71</b>	4	4
253	4	7	1	12	245	75000	<b>39,20</b>	4	4
254	4	7	2	13	251	75000	<b>43,51</b>	4	4
255	4	7	3	11	311	75000	<b>45,61</b>	4	4
256	4	7	4	11	331	75000	<b>48,55</b>	4	4
257	4	7	5	10	248	75000	<b>33,07</b>	4	4
258	4	7	6	14	299	75000	<b>55,81</b>	4	4
259	4	8	1	12	289	75000	<b>46,24</b>	4	4
260	4	8	2	8	249	75000	<b>26,56</b>	4	4
261	4	8	3	9	271	75000	<b>32,52</b>	4	4
262	4	8	4	11	285	75000	<b>41,80</b>	4	4
263	4	8	5	10	255	75000	<b>34,00</b>	4	4
264	4	8	6	12	207	75000	<b>33,12</b>	4	4
265	4	9	1	11	246	75000	<b>36,08</b>	4	4
266	4	9	2	8	342	75000	<b>36,48</b>	4	4
267	4	9	3	10	279	75000	<b>37,20</b>	4	4
268	4	9	4	11	212	75000	<b>31,09</b>	4	4
269	4	9	5	8	292	75000	<b>31,15</b>	4	4
270	4	9	6	12	239	75000	<b>38,24</b>	4	4

271	4	10	1	10	265	75000	<b>35,33</b>	4	4
272	4	10	2	7	340	75000	<b>31,73</b>	4	4
273	4	10	3	9	295	75000	<b>35,40</b>	4	4
274	4	10	4	8	298	75000	<b>31,79</b>	4	4
275	4	10	5	10	291	75000	<b>38,80</b>	4	4
276	4	10	6	11	289	75000	<b>42,39</b>	4	4
277	4	11	1	13	257	75000	<b>44,55</b>	4	4
278	4	11	2	11	239	75000	<b>35,05</b>	4	4
279	4	11	3	10	289	75000	<b>38,53</b>	4	4
280	4	11	4	9	266	75000	<b>31,92</b>	4	4
281	4	11	5	10	289	75000	<b>38,53</b>	4	4
282	4	11	6	8	271	75000	<b>28,91</b>	4	4
283	4	12	1	10	243	75000	<b>32,40</b>	4	4
284	4	12	2	9	355	75000	<b>42,60</b>	4	4
285	4	12	3	9	266	75000	<b>31,92</b>	4	4
286	4	12	4	10	289	75000	<b>38,53</b>	4	4
287	4	12	5	11	279	75000	<b>40,92</b>	4	4
288	4	12	6	9	309	75000	<b>37,08</b>	4	4
289	5	1	1	8	292	75000	<b>31,15</b>	5	4
290	5	1	2	10	295	75000	<b>39,33</b>	5	4
291	5	1	3	10	289	75000	<b>38,53</b>	5	4
292	5	1	4	10	275	75000	<b>36,67</b>	5	4
293	5	1	5	9	261	75000	<b>31,32</b>	5	4
294	5	1	6	8	278	75000	<b>29,65</b>	5	4
295	5	2	1	9	278	75000	<b>33,36</b>	5	4
296	5	2	2	9	298	75000	<b>35,76</b>	5	4
297	5	2	3	10	241	75000	<b>32,13</b>	5	4
298	5	2	4	11	279	75000	<b>40,92</b>	5	4
299	5	2	5	9	289	75000	<b>34,68</b>	5	4
300	5	2	6	8	218	75000	<b>23,25</b>	5	4
301	5	3	1	8	225	75000	<b>24,00</b>	5	4
302	5	3	2	9	289	75000	<b>34,68</b>	5	4
303	5	3	3	11	257	75000	<b>37,69</b>	5	4
304	5	3	4	8	288	75000	<b>30,72</b>	5	4
305	5	3	5	9	248	75000	<b>29,76</b>	5	4
306	5	3	6	11	278	75000	<b>40,77</b>	5	4
307	5	4	1	8	298	75000	<b>31,79</b>	5	4
308	5	4	2	10	272	75000	<b>36,27</b>	5	4
309	5	4	3	13	231	75000	<b>40,04</b>	5	4
310	5	4	4	12	231	75000	<b>36,96</b>	5	4
311	5	4	5	11	267	75000	<b>39,16</b>	5	4
312	5	4	6	10	253	75000	<b>33,73</b>	5	4
313	5	5	1	13	233	75000	<b>40,39</b>	5	4
314	5	5	2	14	214	75000	<b>39,95</b>	5	4
315	5	5	3	13	229	75000	<b>39,69</b>	5	4
316	5	5	4	9	271	75000	<b>32,52</b>	5	4
317	5	5	5	9	263	75000	<b>31,56</b>	5	4



318	5	5	6	10	266	75000	<b>35,47</b>	5	4
319	5	6	1	17	159	75000	<b>36,04</b>	5	4
320	5	6	2	12	217	75000	<b>34,72</b>	5	4
321	5	6	3	11	289	75000	<b>42,39</b>	5	4
322	5	6	4	9	287	75000	<b>34,44</b>	5	4
323	5	6	5	11	209	75000	<b>30,65</b>	5	4
324	5	6	6	10	291	75000	<b>38,80</b>	5	4
325	5	7	1	12	206	75000	<b>32,96</b>	5	4
326	5	7	2	10	216	75000	<b>28,80</b>	5	4
327	5	7	3	8	355	75000	<b>37,87</b>	5	4
328	5	7	4	10	289	75000	<b>38,53</b>	5	4
329	5	7	5	11	229	75000	<b>33,59</b>	5	4
330	5	7	6	9	306	75000	<b>36,72</b>	5	4
331	5	8	1	12	229	75000	<b>36,64</b>	5	4
332	5	8	2	10	255	75000	<b>34,00</b>	5	4
333	5	8	3	8	344	75000	<b>36,69</b>	5	4
334	5	8	4	9	275	75000	<b>33,00</b>	5	4
335	5	8	5	8	261	75000	<b>27,84</b>	5	4
336	5	8	6	10	248	75000	<b>33,07</b>	5	4
337	5	9	1	11	278	75000	<b>40,77</b>	5	4
338	5	9	2	13	198	75000	<b>34,32</b>	5	4
339	5	9	3	11	241	75000	<b>35,35</b>	5	4
340	5	9	4	13	222	75000	<b>38,48</b>	5	4
341	5	9	5	11	208	75000	<b>30,51</b>	5	4
342	5	9	6	10	218	75000	<b>29,07</b>	5	4
343	5	10	1	8	265	75000	<b>28,27</b>	5	4
344	5	10	2	8	289	75000	<b>30,83</b>	5	4
345	5	10	3	9	257	75000	<b>30,84</b>	5	4
346	5	10	4	9	223	75000	<b>26,76</b>	5	4
347	5	10	5	10	248	75000	<b>33,07</b>	5	4
348	5	10	6	9	278	75000	<b>33,36</b>	5	4
349	5	11	1	9	272	75000	<b>32,64</b>	5	4
350	5	11	2	9	241	75000	<b>28,92</b>	5	4
351	5	11	3	8	341	75000	<b>36,37</b>	5	4
352	5	11	4	10	277	75000	<b>36,93</b>	5	4
353	5	11	5	10	223	75000	<b>29,73</b>	5	4
354	5	11	6	8	281	75000	<b>29,97</b>	5	4
355	5	12	1	8	249	75000	<b>26,56</b>	5	4
356	5	12	2	9	291	75000	<b>34,92</b>	5	4
357	5	12	3	9	251	75000	<b>30,12</b>	5	4
358	5	12	4	10	231	75000	<b>30,80</b>	5	4
359	5	12	5	11	248	75000	<b>36,37</b>	5	4
360	5	12	6	9	199	75000	<b>23,88</b>	5	4
361	6	1	1	9	289	75000	<b>34,68</b>	6	3
362	6	1	2	11	249	75000	<b>36,52</b>	6	3
363	6	1	3	8	377	75000	<b>40,21</b>	6	3
364	6	1	4	9	285	75000	<b>34,20</b>	6	3

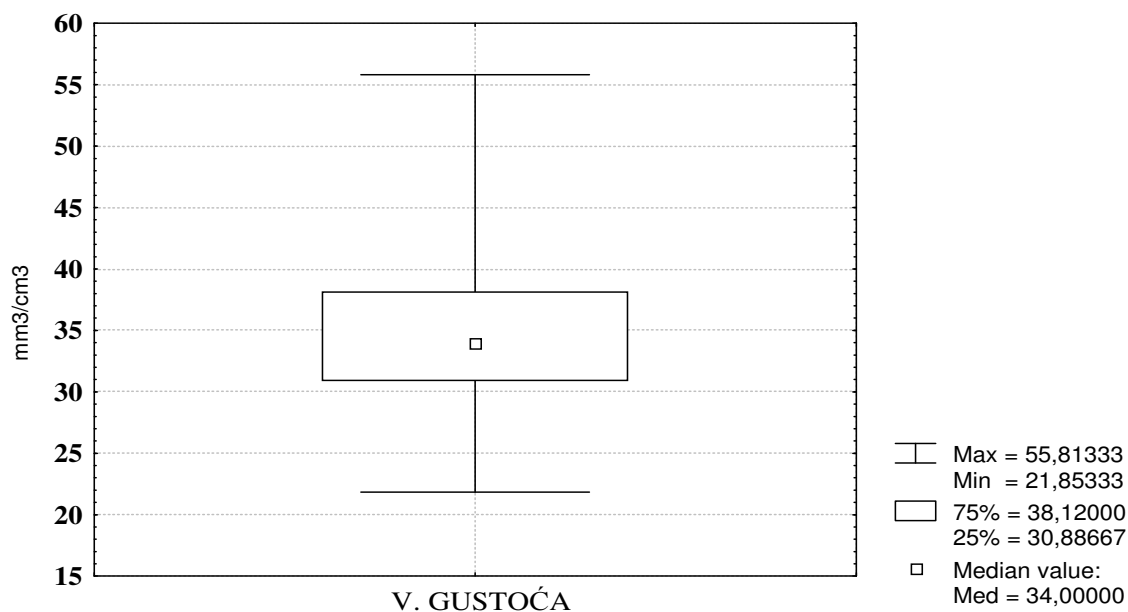
365	6	1	5	11	255	75000	<b>37,40</b>	6	3
366	6	1	6	9	279	75000	<b>33,48</b>	6	3
367	6	2	1	10	206	75000	<b>27,47</b>	6	3
368	6	2	2	9	277	75000	<b>33,24</b>	6	3
369	6	2	3	12	279	75000	<b>44,64</b>	6	3
370	6	2	4	11	212	75000	<b>31,09</b>	6	3
371	6	2	5	10	232	75000	<b>30,93</b>	6	3
372	6	2	6	13	239	75000	<b>41,43</b>	6	3
373	6	3	1	12	265	75000	<b>42,40</b>	6	3
374	6	3	2	13	236	75000	<b>40,91</b>	6	3
375	6	3	3	9	295	75000	<b>35,40</b>	6	3
376	6	3	4	8	298	75000	<b>31,79</b>	6	3
377	6	3	5	10	271	75000	<b>36,13</b>	6	3
378	6	3	6	15	239	75000	<b>47,80</b>	6	3
379	6	4	1	12	297	75000	<b>47,52</b>	6	3
380	6	4	2	8	299	75000	<b>31,89</b>	6	3
381	6	4	3	9	289	75000	<b>34,68</b>	6	3
382	6	4	4	11	266	75000	<b>39,01</b>	6	3
383	6	4	5	10	269	75000	<b>35,87</b>	6	3
384	6	4	6	12	261	75000	<b>41,76</b>	6	3
385	6	5	1	9	246	75000	<b>29,52</b>	6	3
386	6	5	2	9	298	75000	<b>35,76</b>	6	3
387	6	5	3	10	200	75000	<b>26,67</b>	6	3
388	6	5	4	11	239	75000	<b>35,05</b>	6	3
389	6	5	5	8	279	75000	<b>29,76</b>	6	3
390	6	5	6	12	208	75000	<b>33,28</b>	6	3
391	6	6	1	10	229	75000	<b>30,53</b>	6	3
392	6	6	2	7	295	75000	<b>27,53</b>	6	3
393	6	6	3	9	289	75000	<b>34,68</b>	6	3
394	6	6	4	8	275	75000	<b>29,33</b>	6	3
395	6	6	5	10	261	75000	<b>34,80</b>	6	3
396	6	6	6	11	248	75000	<b>36,37</b>	6	3
397	6	7	1	13	238	75000	<b>41,25</b>	6	3
398	6	7	2	11	298	75000	<b>43,71</b>	6	3
399	6	7	3	10	241	75000	<b>32,13</b>	6	3
400	6	7	4	9	279	75000	<b>33,48</b>	6	3
401	6	7	5	10	228	75000	<b>30,40</b>	6	3
402	6	7	6	8	318	75000	<b>33,92</b>	6	3
403	6	8	1	8	325	75000	<b>34,67</b>	6	3
404	6	8	2	9	289	75000	<b>34,68</b>	6	3
405	6	8	3	9	257	75000	<b>30,84</b>	6	3
406	6	8	4	10	223	75000	<b>29,73</b>	6	3
407	6	8	5	11	248	75000	<b>36,37</b>	6	3
408	6	8	6	9	278	75000	<b>33,36</b>	6	3
409	6	9	1	8	298	75000	<b>31,79</b>	6	3
410	6	9	2	8	272	75000	<b>29,01</b>	6	3
411	6	9	3	10	231	75000	<b>30,80</b>	6	3

412	6	9	4	10	231	75000	<b>30,80</b>	6	3
413	6	9	5	10	267	75000	<b>35,60</b>	6	3
414	6	9	6	11	223	75000	<b>32,71</b>	6	3
415	6	10	1	9	254	75000	<b>30,48</b>	6	3
416	6	10	2	9	244	75000	<b>29,28</b>	6	3
417	6	10	3	10	249	75000	<b>33,20</b>	6	3
418	6	10	4	11	211	75000	<b>30,95</b>	6	3
419	6	10	5	10	283	75000	<b>37,73</b>	6	3
420	6	10	6	9	258	75000	<b>30,96</b>	6	3
421	6	11	1	9	299	75000	<b>35,88</b>	6	3
422	6	11	2	9	264	75000	<b>31,68</b>	6	3
423	6	11	3	10	298	75000	<b>39,73</b>	6	3
424	6	11	4	8	310	75000	<b>33,07</b>	6	3
425	6	11	5	9	252	75000	<b>30,24</b>	6	3
426	6	11	6	10	303	75000	<b>40,40</b>	6	3
427	6	12	1	8	396	75000	<b>42,24</b>	6	3
428	6	12	2	10	354	75000	<b>47,20</b>	6	3
429	6	12	3	13	288	75000	<b>49,92</b>	6	3
430	6	12	4	12	268	75000	<b>42,88</b>	6	3
431	6	12	5	11	316	75000	<b>46,35</b>	6	3
432	6	12	6	10	310	75000	<b>41,33</b>	6	3

Tablica 14. Osnovni statistički parametri volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod uzdužno ožljebljene pločice

UZDUŽNE PLOČICA	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
V. GUSTOĆA	432	34,77	34,00	21,85	55,81	30,89	38,12	7,23	5,52

### Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod uzdužno ožljebljene pločice



Slika 58. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod uzdužno ožljebljene pločice

### Četvrti dio pokusa

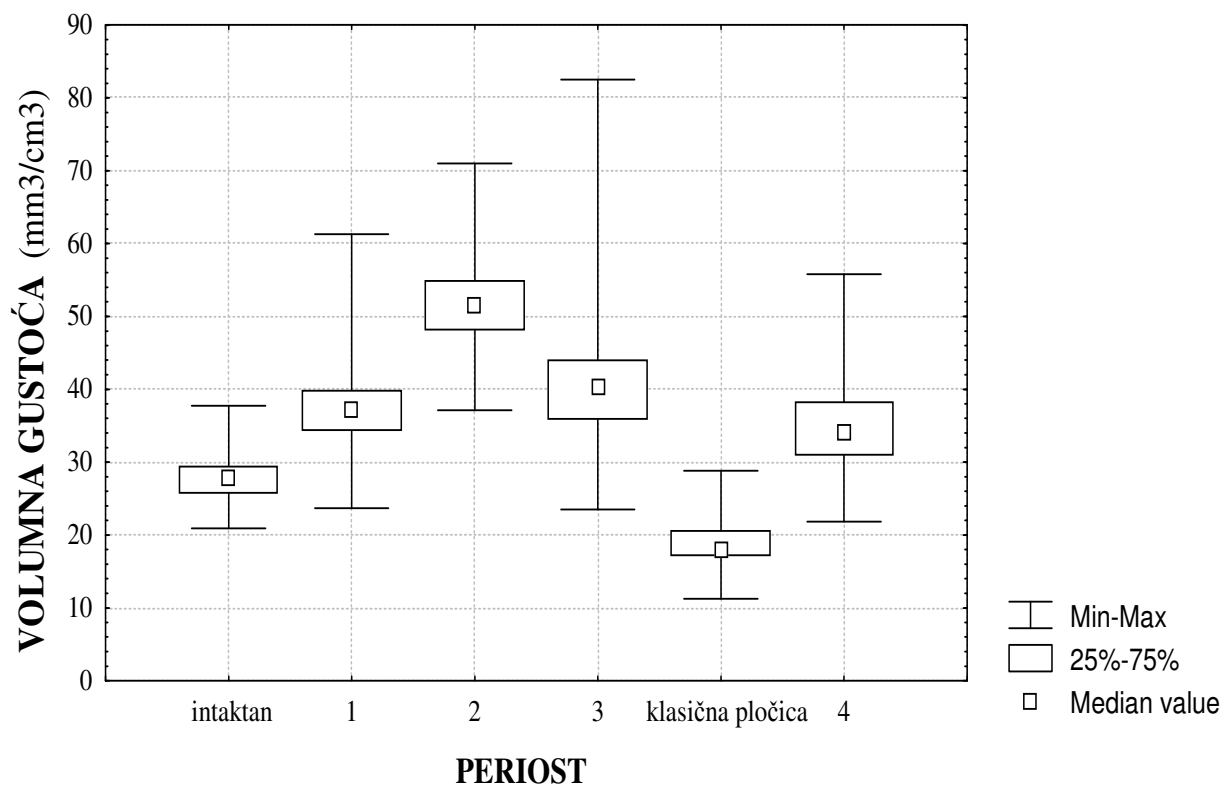
Četvrti dio pokusa razmatra razlike periostalne cirkulacije (volumna gustoća mikrocirkulacije) ovisno o ispitivanim pločicama.

Tablica 15. Neparametrijska usporedba neovisnih uzoraka periosta. Razlika volumne gustoće mikrocirkulacije intaktnog i periosta uzetog ispod ispitivanih pločica

NONPAR STATS Depend.: V.GUSTOĆA	Independent (grouping) variable: PERIOST Kruskal-Wallis test: H ( 5, N=2592) = 2145,001 p =0,000		
	Code	Valid N	Sum of Ranks
Intaktan periost	1	432	310319,00
Koso ožljebljena pločica	2	432	648300,50
Križno ožljebljena pločica	3	432	1011805,0
Poprečno ožljebljena pločica	4	432	731469,00
Klasična pločica	5	432	95969,500
Uzdužno ožljebljena pločica	6	432	562665,50

## Razlika volumne gustoće intaktnog i periosta ispod ispitivanih pločica

Nove ožljebljene pločice: 1- koso, 2- križno, 3- poprečno, 4- uzdužno



Slika 59. Box-plot prikaz volumne gustoće mikrocirkulacije intaktnog i periosta ispod ispitivanih pločica

Iz tablice 15. proizlazi da postoji visoka heterogenost volumnih gustoća uzoraka periosta obzirom na promatrane pločice ( $p=0,000$ ), što se najbolje može vidjeti iz prikazanog box-plot dijagrama (slika 59.)

## 5. RASPRAVA

Zaključna razmatranja u ovom disertacijskom radu su grupirana u tri djela, od kojih se u prvom govori o objekcijama općeg značaja, u odnosu na tematiku rada, u drugom o novim pločicama, a u trećem dijelu se iznose činjenici, na temelju vlastitog pokusa.

Periost posjeduje izrazita osteogenetska svojstva, a njegov unutarnji sloj, kambijum, spada bez dvoumljenja među najaktivnije čimbenike u procesu cijeljenja prijeloma kosti. Već je dugo vremena zamijećena intimna povezanost (fizička i biokemijska) krvnih žila i koštanih stanica, ali još je uvijek nedostatan objašnjenja (83,84,105). Genetskim, biokemijskim i farmakološkim istraživanjima prepoznati su i opisani ključni faktori koji posreduju odnosima endotelne stanice krvnih žila i osteoblastima tijekom pregradnje i cijeljenja prijeloma. Poznato je više faktora koji potiču angiogenezu (aktivacija endotelne stanice krvnih žila), ako ne direktno, onda produkcijom molekula kao što je vaskularni endotelni faktor rasta (engl. vascular endothelial growth factor, VEGF) (106,107,108). U humanoj medicini, dobre kliničke rezultate u ubrzanju koštane pregradnje pokazale samo molekule BMP-2 i OP-1 i to zbog komplementarnog djelovanja na angio- i osteogenezu (113,116).

Opskrba krvlju, kod prijeloma kosti i oštećenja periosta, u kratkom vremenu se mijenja iz mirnog u pobuđeno (podraženo) stanje. Kratko po prijelomu dolazi do brzog vaskularnog odgovora. Gledano mikroradiografski, podražaj rezultira punjenjem mnogo većeg broja krvnih žila nego u normalnim uvjetima. Ta razlika, stimulirane i krvne opskrbe kosti u mirovanju, posljedica je golemog potencijala trojnog sustava za povećanje krvne opskrbe korteksa (veći protok kroz postojeće krvne žile). U fazi cijeljenja prijeloma, vaskularne potrebe prelaze potencijal trojnog sustava pa se razvija „patološka“ vaskularizacija. Novonastale krvne žile (angiogeneza) prate nutarnju strukturu kalusa, a bez njih je srašćavanje ulomaka nemoguće (82, 83). Kalus koji producira periost jasno se vidi na rendgenskoj snimci, a u njegovom oblikovanju sudjeluju pored periosta i endoost i angiogeni elementi korteksa.

U uvjetima stabilne, rigidne, osteosinteze, kalus se stvara iz angioblasta Haversovih kanala korteksa, a na rendgenskoj snimci je taj kalus nevidljiv. Najveći stupanj stabilnost, odnosno potpuna rigidna osteosinteza, može se postići kompresivnom osteosintezom pločicama i vijcima. Što je ta osteosinteza stabilnija, kalus je manji, a osteoporoza oko mjesta prijeloma veća. Ta rana osteoporoza u blizini implantata i ispod pločice, rezultat je avaskularne nekroze osteocita i unutrašnjeg remodeliranja.

Uvođenjem stabilnih tipova osteosinteze, osnovna preokupacija traumatologa usmjerena je interfragmentarnoj fiksaciji i kompresiji ulomaka, a vrijednosti periosta postupno su gotovo u potpunosti zanemarene. Puno je autora pokusima pokazalo da u uvjetima stabilne osteosinteze periost nema bitnog značaja u cijeljenju prijeloma. No uvidjevši nedostatke i kasne komplikacije ovakvog liječenja, ponovno se naslućuje važnost periosta u stvaranju kalusa i krvnoj opskrbi prelomljene kosti.

Periost karakteriziraju dobra prokrvljenost i promptna reakcija na podražaje (mehaničke i biokemijske). Tako je mikroskopski raspored staničnih i fibroznih dijelova periosta samo trenutna slika funkcionalnog statusa i stanične aktivnosti periosta. Mikroskopski, sačinjen je

iz tri posve jasno razlučiva sloja. Razlika u građi periosta u tri zone postojana je bez obzira na regiju kosti koju pokriva, a ukazuje na stalnu mikroanatomiju periosta (40,48,51). Glavnina njegovih intrizičkih krvnih žila smještena je u zoni II najvećim djelom su to kapilare. Zajedno s gustom mrežom kapilara, u ovoj zoni nalazimo i obilje endotelnih pericita. Periciti su stanice koje su u kontaktu s kapilarnom endotelnom stanicom, a posjeduju potencijal diferencijacije u brojne tipove stanica, uključujući i osteoblaste (44,45). Starenjem periosta smanjuje se veličina, broj i različitost stanica, a raste veličina i debljina kolagenih niti (52). Stanična gustoća kambijuma je trostruko veća nego fibroznog sloja, ali omjer je stalan i nije uvjetovan starenjem. Ukupna debljina periosta rastom i starenjem postaje manje apsolutne, ali i relativne vrijednosti oba sloja (32,48,51). Brojnost krvnih žila starenjem periosta se smanjuje, ali je zadržana reaktivnost umnažanja u uvjetima opterećenja kosti i cijeljenja prijeloma. Glavno obilježje morfoloških promjena nastalih starenjem periosta je višestruko gotovo dramatično smanjenje ukupnog broja stanica kambijuma. Tako biološki oslabljen periost malog je reparatornog potencijala i usporena odgovora na hormone i cistokine (prijelomi duže cijele, a komplikacije su češće).

Iako je glavni strukovni interes usmjeren na izučavanje promjena kortikalne cirkulacije, posve je jasno da oštećenje periostalne u uvjetima nedostatne medularne cirkulacije može imati odsudno značenje u procesu cijeljenja prijeloma. Periostalna cirkulacija ustrojena je tako da su sva tri sustava krvne opskrbe povezana na razini intrizičkog kapilarnog sustava periosta. Nema jasnih spoznaja o smjerovima kretanja krvi kroz periost ovisno o izoliranom oštećenju pojedinog sustava, ali se hipotetski može postaviti da izdvojena oštećenja pojedinih sustava krvne opskrbe nadomještaju zdravi. Razdvajanjem periosta od korteksa prekidaju se periosto-kortikalne anastomoze, pa u tom području nastane zamjetan pad prokrvljenosti korteksa, no nema dostupnih informacija o stupnju oštećenja periostalne cirkulacije. Smetnje cirkulacije korteksa još su očitije kada se prekine krvna opskrba periosta putem muskulo-periostalnih i fascio-periostalnih anastomoza. Smetnje cirkulacije periosta u ovim uvjetima nisu detaljno izučavane, već se o njima može samo posredno zaključivati. Smetnje periostalne cirkulacije koje nastanu mehaničkim oštećenjem nutritivnog periostalnog sustava (kidanjem, istezanjem i/ili tlačenjem do tada vitalnog tkiva periosta, kao u uvjetima prijeloma kosti u neprimjeren položaj ulomaka), prihvaćene su logičkim teoretskim i posrednim dokazima, a da nije načinjena niti jedna kvantitativna komparativna studija. Termičko oštećenje periostalne cirkulacije bušenjem i mehaničko, tlačenjem periosta pločicom o površinu korteksa može se samo naslutiti i do sada za njih nije bilo izravnih dokaza. Sve dosadašnje spoznaje ove problematike nastale su kao usputni nalaz tijekom proučavanja poremećaja kortikalne cirkulacije dugih kostiju.

Posljednjih je godina konstruirano nekoliko novih pločica u namjeri da se smanji rigidna kompresija, očuva cirkulacija periosta, osigura brže cijeljenje prijeloma i smanji broj komplikacija. Iako je glavna namjera da se očuva cirkulacija periosta, cirkulacija periosta nije kvantificirana. Te nove pločice imaju malu površinu kontakta na periost, ne tlače ga na korteks, ulomke stabiliziraju bez kompresije, a prijelom cijeli periostalnim kalusom. Za provjeru učinkovitosti tih „bioloških“ pločice korištene su metode: biomehanička mjerenja kvalitete kosti, mikroradiografija kosti na mjestu saniranog prijeloma (156) i histološka kvalitativna analiza koštane poroze (godinu dana nakon sanacije prijeloma). Za proučavanje kortikalne cirkulacije korištene su i ove metode: gama spektrometrija uz aplikaciju Sr 85,



(mjeri se protok krvi i radionuklida u skeniranom području)(79), laser Doppler flometrija (157) brzina protoka kroz vaskularizirana tkiva, i tehnike iniciranja boje u krvne žile, disulfidnog plavila (158), blue silikone (144), latex red, latex blue (55) i India ink (159). Najsuremenija je metoda intravitalne fluorescentne mikroskopije kojom se može analizirati periostalna perfuzija (160). Gustoća kapilara u tkivu, proporcionalna je metaboličkoj aktivnosti tog tkiva, i različita je od tkiva do tkiva. U uvjetima bazalnog metabolizma najbolje je prokrvljen mozak, slijede bubreg, jetra, srce, mišići, a kosti, masno i vezivno tkivo je najslabije prokrvljeno (60). Za periost, nema egzaktnih podataka o gustoći kapilara kako u bazalnim, tako i u uvjetima osteosinteze. Svi agensi koji ometaju angiogenezu izravno su upleteni u proces cijeljenja prijeloma (83). Kvantifikacija mikrocirkulacije, neizostavni je dio izučavanja tumorskih tkiva (161,162). Tumori sa većom kapilarnom gustoćom imaju brži rast, i značajno češće metastaziraju, pa stoga i lošiju prognozu (163). Kemoterapija mijenja proširenost, gustoću, raspored i dužinu mikroskopskih krvnih žila tumora, pa se i njena učinkovitost može pratiti promjenama tih parametara (164). Najčešće korišten histomorfometrijski pokazatelj tumorske mikrocirkulacije je kapilarna gustoća (161-165). Kapilarna gustoća može biti volumna, tada numerička vrijednost govori o prosječnom volumnom odnosu kapilara i tkiva ( $\text{mm}^3/\text{cm}^3$ )(40). Dio autora kapilarnu gustoću izražava prosječnim brojem kapilara po površini vidnoga polja, tz. numerička gustoća kapilara (engl. intratumoral microvessel density)(166). Regija mjerenja (engl. vascular hot spot) je u rasponu 0,12 do 1,0  $\text{mm}^2$ , a razlikuje se od autora do autora (162). U proučavanju osobina tumora koristi se i mjerenje njegove maksimalne numeričke gustoće mikroskopskih krvnih žila (engl. maximal microvassels density)(167). Kako još nema slaganja o postupku izbora, više je načina određivanja vrijednosti kapilarne gustoće. Tek standardizacijom postupaka mjerenja moguća je usporedba dobivenih rezultata. (162).

Računanje vaskularne gustoće mikrocirkulacije po jedinici volumena tkiva (stereološka metodologija) najzahtjevniji je postupak. Tako dobivena vrijednost pokazuje koliki dio u jedinici prostora zauzima vaskularna tvorba, tj. koliki je postotak vaskularne tvorbe u jedinici volumena istraživanog tkiva. Tako koristeći histološke preparate, autor može svoja strukturalna zapažanja objektivno kvantitativno ocijeniti. Vrijednost volumne gustoće mikrocirkulacije periosta je morfometrijsko svojstvo periosta, i kvantificira prostorni odnos kapilara prema tkivu, a to mu je prednost prema drugim načinima kvantifikacije mikrocirkulacije. Stoga sam upravo ovaj postupak primijenio u izučavanju mikrocirkulacije periosta. Kod konstrukcije vlastite pločice posebna je pažnja usmjerena na veličinu i izgled kontaktne površine.

Pločice su ožljebljene u raznim smjerovima, pokušavajući pratiti smjerove širenja krvnih žila periosta, i tako izbjeći njihovo oštećenje. Tako su nastale četiri nove pločice posve različita izgleda i veličine kontaktne površine.

Nejasni literaturni podaci sugeriraju da je pretežiti smjer većih krvnih žila periosta uzdužan, u smjeru kosti, pa je naša prva konstruirana pločica dobila uzdužna ožljebljenja. Ta prva pločica prije testiranja teoretski je bila favorit. Kontaktna površina joj je poprijечно zakrivljena po radijusu 25 mm, i naliže na kost sa samo 19 % svoje površine. Na pločici je šest ožljebljenja, svaki širine 1,5 mm. Nakon nje načinili smo istovjetnu pločicu, no ožljebljenja su postavljena poprijечно. Na svaki milimetar dužine pločice po jedno užljebljenje širine 0,6 mm. Kontaktna površina ove pločice i korteksa iznosi 35 % njene

površine. Ako je pretežiti smjer manjih krvnih žila periosta popriječan, onda bi ova pločica bila poštedna za njih, pa bi pokazala manje oštećenje periostalne cirkulacije.

Kako je kapilarna mreža kroz periost bez pretežitog smjera, sljedeća pločica dobila je koso postavljena ožljebljenja, pod kutom od 45 stupnjeva, svaka 2 mm, širine 1.4 mm. Kontaktna površina ove pločice i korteksa iznosi 56 % njene površine.

Zadnja pločica ožljebljena je koso, kao i prethodna, ali iz oba smjera. Povećana je i dubina glodanja ožljebljenja, sa 0.8 na 0.9 mm. Tako dobivena površina oblikovana je u male kvadratiće, gotovo u točke, a ožljebljenja u pravokutnu mrežicu. Zbog iznimno male kontaktne površine (5 % površine) očekivali smo značajno smanjenje oštećenja periostalne cirkulacije ispod ove pločice. Promjene periostalne cirkulacije izravna su posljedica složenih i nepotpuno objašnjenih zbivanja tijekom nastanka i liječenja prijeloma kosti. Obzirom da je cilj pokusa, kvantificirati oštećenja pločicom, nužno je ukloniti sve druge čimbenike koji mogu utjecati na mikroskopsku sliku periostalne cirkulacije. Izvedeći pokus na intaktnim kostima anulirane su posljedice prijeloma po cirkulaciju periosta. Kako bi izbjegli oštećenja tijekom postavljanja pločica, koristili smo finu, atraumatsku kiruršku tehniku. Pločice su postavljane uvijek na medijalnu stranu dijafize, slobodnu od mišićno vezivne ovojnice i periosto-mišićnih prenosnica. Tako smo izbjegli eventualne smetnje cirkulacije periosta uzrokovane ozljedom mekih tkiva i njenih krvnih prenosnica.

Sve je zahvate izvela ista operacijska ekipa, u istovjetnim uvjetima kirurškog postupka. Odabrane su pokusne životinje, jednake po pasmini, dobi, spolu, tjelesnoj težini. Priprema preparata, digitalizacija slike, morfometrijska mjerenja izvodila je samo jedna osoba, kako bi se izbjegla subjektivnost u radu.

### **Činjenice na temelju vlastitog pokusa**

U prvom dijelu pokusa kvantificirano je stanje mikrocirkulacije intaktnog periosta. Volumna gustoća mikrocirkulacije deducirana je na šest periosta, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 2, slika 50). Kako se radi o šest pokusnih životinja, da bi otklonili njihov utjecaj na varijablu volumne gustoće, načinjena je statistička analiza variance Kruskal-Wallis testom. Dobiveni podaci govore da nema značajne razlike volumne gustoće mikrocirkulacije ovisno o pokusnoj životinji (tablica 3, slika 51). Istim postupkom analizirana je ovisnost volumne gustoće mikrocirkulacije intaktnog periosta o nozi s koje je uzet uzorak za analizu. Dobiveni podaci govore da nema značajne razlike volumne gustoće mikrocirkulacije ovisno o nozi s koje je uzet uzorak (tablica 4, slika 52).

U drugom dijelu pokusa kvantificirano je stanje mikrocirkulacije periosta ispod klasične pločice. Volumna gustoća mikrocirkulacije deducirana je na šest periosta, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 6, slika 53).

U trećem dijelu pokusa kvantificirano je stanje mikrocirkulacije periosta ispod novih pločica. Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod koso ožljebljenih pločica deducirana je na šest uzoraka, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 8, slika 55). Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod križno ožljebljenih pločica deducirana je na šest uzoraka, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 10, slika 56). Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod popriješno ožljebljenih pločica deducirana je na šest

uzoraka, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 12, slika 57). Volumna gustoća mikrocirkulacije periosta ispod uzdužno ožljebljenih pločica deducirana je na šest uzoraka, uzetih od šest pokusnih životinja (tablica 14, slika 58).

U četvrtom dijelu pokusa statističkom analizom uspoređuju se vrijednosti mjerenja volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ovisno o pločici. Vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije periosta značajno se razlikuju ovisno o vrsti pločice koja je ispitivana (tablica 15, slika 59).

Najniže su vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod klasično primjenjivane pločice. Ta je vrijednost značajno niža od one intaktnog periosta. Tako bi mogli zaključiti da klasična pločica djeluje devastirajuće po mikrocirkulaciju periosta ispod nje. Iako ovaj rad nije kvantificirao numeričku i volumnu gustoću stanica periosta, čini se da bi praćenje ovih parametara u potpunosti razjasnilo zbivanja u periostu koji tlači klasična pločica. Nakon pregledanih više tisuća vidnih polja ovog periosta usudujem se reći da klasična pločica stimulira periost, no na neki posve drugi način već to čine ožljebljene pločice. Stanice periosta se umnažaju, no ni približno tako intenzivno kao kod ožljebljenih pločica. To umnažanje stanica periosta gotovo da ne prate krvne žile, što objašnjava niske izmjerene veličine volumne gustoće mikrocirkulacije ovog periosta.

Sve nove pločice imaju značajno veću volumnu gustoću mikrocirkulacije nego intaktan periost. Najveće su razlike volumne gustoće mikrocirkulacije između periosta ispod klasične i križno ožljebljene pločice. Sve ožljebljene pločice pobuđuju periost na burno umnažanje svih njegovih stanica. Ovaj je fenomen najjače izražen ispod križno ožljebljene pločice. Stanice su jedre, natrpane jedna na drugu, dobro primaju boje, jasno se prikazuju na histološkim preparatima, a krvne žile ih naprosto prate u tom ekspanzivnom rastu. A kod mjerenja volumne gustoće imaju višestruko veće vrijednosti nego mirni ili periost ispod klasične pločice. Gotovo sam siguran, da su oblik površine kojom križno ožljebljena pločica naliježe, omjer i mrežasta forma nestlačene površine periosta, odgovorni za snažno neoangiogeno ponašanje periostalne cirkulacije ispod nje.

Popriječno ožljebljene pločice, oslanjaju se popriječnim grebenima male dodirne površine na periost. Pločica je pokazala jako stimulativno djelovanje na periostalnu cirkulaciju, značajno veće nego kose i uzdužno ožljebljene pločice. Za to su zaslužni povoljan omjer ne tlačene površine periosta i dobra krvna opskrba popriječnim krvnim žilama iz periosta uz rub pločice. Najslabije stimulativno djeluju pločice s najvećom površinom kontakta, koso i uzdužno ožljebljena, no i dalje su višestruko povoljniji ishodi njihova postavljanja po gustoću periostalne cirkulacije nego kada se postavi klasična pločica. Po periost ispod njih, jače su stimulativne, pločice koje ne priječe poprečnu krvnu opskrbu iz susjednog intaktnog periosta, kao i one koje imaju manje doticajne površine pločice i periosta. Za potvrdu ovog nalaza nužno je u budućnosti istražiti ponašanje pločica iste veličine dodira, a različita smjera, ali i onih istog smjera ožljebljenja, a različitih omjera dodirne površine.

Temeljem rezultata ovog istraživanja i dosadašnjim spoznajama iz ove problematike, posrednim zaključivanjem može se tvrditi da se ožljebljene pločice mogu koristiti u svim slučajevima kao i klasična pločica (osteosinteza nakon osteotomije ili prijeloma dijafize, metafize i artikularnih prijeloma). Njenim stimulativnim djelovanjem na mikrocirkulaciju periosta, prijelom će cijeliti podražajnim periostalnim kalusom. Kod prijeloma kod kojih

kompresija nije nužna (višeiverni prijelom dija- i metafize dugih kostiju), pločice se mogu postaviti kao neutralizacijske. U tim uvjetima, burna neoangiogeneza periosta vitalnih ulomaka i gotovo zanemariva površina dodira na slobodne ulomke upitna vitaliteta, može odrediti dobar ishod cijeljenja, podražajnim periostalnim kalusom takvih prijeloma. Indikacije za primjenu novih pločica iste su kao za klasičnu pločicu, odnosno nova pločica u svakodnevnoj praksi trebala bi ju u potpunosti zamijeniti.

## 6. ZAKLJUČAK

Obzirom na mali broj ispitivanih ovaca upitno je možemo li rezultate ovog istraživanja generalizirati na cijelu populaciju ovaca. Ipak, geni koji sudjeluje u kontroli prokrvljenosti kostiju i reguliraju zbivanja na razini periostalne cirkulacije sigurno su poligenetski (tako reći isti za sve ovce) pa stoga i nalaze ovog istraživanja možemo promatrati kao finalni rezultat.

Upotrebom sterološke metodologije, morfometrijskim mjerenjem volumne gustoće mikroskopskih krvnih žila kvantificirano je stanje mikrocirkulacije intaktnog periosta. Volumna gustoća mikrocirkulacije intaktnog periosta ovce je stalna i nema značajnih razlika ovisno o nozi i životinji od koje je uzet periost.

U uvjetima stabilne osteosinteze klasičnom pločicom, postoji značajno oštećenje mikrocirkulacije periosta ispod pločice. To se oštećenje očituje u značajno manjoj volumnoj gustoći mikroskopskih krvnih žila u periostima ispod klasične pločice u odnosu na intaktan periost.

Promjenom oblika i smanjenjem dodirne površine kojom pločica naliže na periost dolazi do značajnog povećanja volumne gustoće mikroskopskih krvnih žila periosta ispod njih, odnosno nema zamjetnog oštećenja mikrocirkulacija ispod periosta.

Sve naše nove pločice, u istim uvjetima osteosinteze, periostalnu cirkulaciju značajno manje oštećuju nego klasična pločica, dapače one intenzivno stimuliraju kapilarnu angiogenezu, pa su vrijednosti volumne gustoće bitno veće, nego one u intaktnom periostu.

Iako sve nove pločice pokazuju značajno veću volumnu gustoću mikrocirkulacije periosta ispod njih, križno ožljebljena pločica sa najmanjom površinom kontakta (5 %), je ujedno i najjače angiogena po periost na koji naliže. Izmjerene vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije, daleko su najveće u periostima ispod te pločice.

Neočekivano intenzivno neoangiogeno ponašanje periostalne cirkulacije ispod križno ožljebljene pločice, posljedica su njenih temeljnih obilježja, gotovo točkast oblik i mala površina dodira, ali i mrežasta forma ne stlačene površine periosta ispod ove pločice.

Križno ožljebljena pločica, svojim je povoljnim djelovanjem na periost u potpunosti opravdala ovo istraživanje. Snažnom neoangiogenezom ona stimulira periostalnu mikrocirkulaciju u takvoj mjeri da su njeni negativni učinci (oštećenja mikrocirkulacije) ne zamjetni, odnosno ova pločica niti ne oštećuje periostalnu cirkulaciju. Ta, križno ožljebljena pločica, vlastite konstrukcije, u potpunosti zadovoljava sve biološke uvjete.

## 7. SAŽETAK

Neosporno je da periost posjeduje izrazita osteogenetska svojstva, a njegov unutarnji sloj, kambijum, spada među najaktivnije čimbenike u procesu cijeljenja prijeloma. U uvjetima stabilne osteosinteze periost ima bez dvoumljenja vrlo značajnu ulogu. Smatra se da smetnje cirkulacije kod osteosinteze pločicama nastaju rigidnim kontaktom pločice na kost. Tako se radi što manjeg oštećenja mikrocirkulacije modeliraju pločice smanjene dodirne površine kojom naliježu na periost. U ovom se radu kvantificira stanje periostalne mikrocirkulacije ispod klasične pločice i pločica vlastite konstrukcije, promijenjenog oblika i veličine dodirne površine, u istim uvjetima osteosinteze. Cilj je izdvojiti pločicu koja najmanje oštećuje periostalnu cirkulaciju. Načinjene su četiri nove pločice i svaka je postavljena u šest navrata na intaktnu kost potkoljenice ovce. Ukupno je analizirano 36 periosta; šest intaktnih i po šest ispod svake ispitivane pločice. Histološki preparati periosta priređeni su imunohistokemijskom reakcijom za prikaz krvnih žila, koristeći von Willenbrand faktor CD31 i CD 34. Morfometrijska mjerenja volumne gustoće periostalne cirkulacije načinjena su računalnim programom za obradbu digitalizirane slike. Volumna gustoća krvnih žila intaktnog periosta je  $27,72 \pm 2,67 \text{ mm}^3/\text{cm}^3$ . Nema značajne razlike izmjerenih vrijednosti volumne gustoće ovisno o nozi s koje je uzet periost ( $p=0,15$ ), niti ovisno o pokusnoj životinji ( $p=0,34$ ). Volumna gustoća periostalne cirkulacije intaktnog, periosta ispod klasične i novih pločica značajno se razlikuju ( $p=0,000$ ). Vrijednosti za periost ispod klasične pločice su manje, a ispod novih pločica značajno veće, nego intaktnog periosta. Nakon osteosinteze klasičnom pločicom nastane oštećenje periostalne cirkulacije. Iako sve nove pločice imaju povoljno djelovanje na periost (stimuliraju angiogenezu), križno ožljebljena pločica ima daleko najveće vrijednosti volumne gustoće mikrocirkulacije periosta ispod nje. Površina kojom ova pločica naliježe na periost je 5 %.

## 8. SUMMERY

It is an indisputable fact today that the periosteum has marked osteogenetic properties and that its inner layer, the cambium, is undoubtedly, one of the most active factors in process of fracture healing. Under conditions of stable osteosynthesis, the periosteum plays an extraordinarily great role. It has been proposed that vascular insufficiency related to plate contact with the periosteal surface. As consequence of this belief, considerable effort has been made in designing bone plates with interface profiles that attempt to reduce the contact between the plate and underlying periosteum. In this study, periosteal micro vessel density under classic and now four plate's owner constructions have been quantitated, using histomorphometric measured, in same condition of osteosynthesis. The aim is showing which has the satisfactory conditions to periosteal circulation from them. A total of 36 periosteal explants (the six intact and along six below everyone new plates) from medial tibiae of nine ships, aged 1-2 years, were analyzed. Formalin-fixed and paraffin-embedded tissues has used, and anti CD32 and CD34 (Willenbrand Factor) has endothelial marker used. Quantitative histomorphometry of volume micro vessels density has entered directly on personal computer using a program written for this purpose. Microscopic examination of intact periosteum, volume micro vessel density has  $27,72 \pm 2.67 \text{ mm}^3/\text{cm}^3$ . Micro vessels density of intact periosteum not demonstrated statistically significant differences in dependent of the experimental animal ( $p=0,34$ ), neither dependent of the leg with which ( $p=0,15$ ). Micro vessels density under classical plate were significantly lower then micro vessels density of intact periosteum, but much more significantly ware increased micro vessel density of periosteum under new constructioned plates ( $p=0,000$ ). All of new plates had having satisfactory effect on periosteal microcirculation (stimulation of angiogenesis), the biggest values of micro vessels density has had cross tapped plate. Periosteum contact area of this new osteosynthesis plate was 5 %.



## 9. LITERATURA

1. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R. i sur. Udžbenik osteosinteze. Zagreb: Juma; 1981, str. 24.
2. Puschmann Th. Handbuch der Geschichte der Medizin. G. Fischer, Jena; 1905, str. 27.
3. Duhamel HL. Sur le developpement et la crue des os des animaux. Med. Acad. Roy. Sci. (Paris) 1732;55:354.
4. Hellner A, Nissen B, Woschulte C. Udžbenik kirurgije, Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga; 1960, str. 72.
5. Miclau T, Martin RE. The evolution of modern plate osteosynthesis. Injury 1997; 28 Suppl1:3-6.
6. Danis R. Theorie et pratique de l'osteosynthese. Paris :Masson; 1949, str.94.
7. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Technik der operativen Frakturenbechandlung. Berlin: Springer; 1963, str.38.
8. Müller ME, Allgöwer M, Willenegger H. Technique of Internal Fixation of Fractures. New York: Springer-Verlag, 1965, str.52.
9. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger M. Manual der Osteosynthese. 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York: Springer; 1977, str.39.
10. Colton CL. The history of fracture treatment. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM and Trafton PG (eds.) Skeletal Trauma. Philadelphia: W.B. Saunders Company;1992, str. 3-30.
11. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Manual of Internal Fixation. 3<sup>rd</sup> Ed. Berlin: Springer- Verlag;1991, str.44.
12. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Technik der operativen Frakturenbechandlung. Berlin: Springer; 1963, str. 39.
13. Nikolić V, Hudec M. Principi i elementi biomehanike. Zagreb: Školska knjiga;1988, str.112.
14. Perren SM, Russenberger M, Steinmann S, Müller ME, Allgöwer M. A dynamic compression plate. Acta Orthop Scand 1969;125Suppl;31-41.
15. Brunner CF, Weber BG. Besondere Osteosynsetechniken. Berlin, Heidelberg, New York: Springer;1981, str.78
16. Heitemeyer U, Hierholzer G. Die überbrückende Osteosynthese bei geschlossenen Stückfracturen des femurschaftes. Akt. Traumatol 1985;15:205-9
17. Brunner CF, Weber BG. Besondere Osteosynsetechniken. Berlin, Heidelberg, New York: Springer;1981, str.28.
18. Perren SM, Klane K, Pohler O, Predieri M, Steinmann S, Gautier E. The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). Arch Orthop Trauma Surg 1990;109:304-10.
19. Perren SM. The concept of biological plating using the limited contact- dynamic compression plate (LC-DCP). Scientific background, design and application. Injury 1991;Suppl 1:1-41.

20. *Tepic S, Perren SM.* The biomechanics of the PC-Fix internal fixator. In Perren SM. Point Contact Fixator:Part I. Injury 1995;Suppl 2;26:5-10.
21. *Tepic S, Reminger AR, Morikawa K, Predieri M, Perren SM.* Strenght recovery in fractured sheep tibia treated with a plate or an internal fixtor:An experimental study with a two year follow- up. J Orthop Trauma 1997;11:14-24.
22. *Tepic S, Remiger AR, Morikawa K.* Strength recovery in fractured sheep tibia treated with a plate or an internal fixator: an experimental study with a two-year follow-up. J Orthop Trauma 1997;11:14-23.
23. *Baumgaertel F, Perren SM, Rahn B.* Animal experiment studies of "biological" plate osteosynthesis of multi-fragment fractures of the femur. Unfallchirurg 1994;97:19-27.
24. *Perren SM.* Evolution of internal fixation of long bone fractures: the scientific basis of "biological internal fixation" choosing a new balance between stability and biology. JBJS (Br)2002;6:44-9.
25. *Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA.* Fracture healing in biological plate osteosynthesis. Injury 1998;29:3-6.
26. *Miclau T, Remiger A, Tepic S.* A mechanical comparison of the dynamic compression plate, limited contact-dynamic compression plate, and point contact fixator. J Orthop Trauma 1995;9:17-22.
27. *Hauke C, Meisser A, Perren SM.* Methodology of clinical trials focusing on the PC-Fix clinical trials. Injury. 2001;32 Suppl 2:26-37.
28. *Wittner B, Holz U.* Plates. In Rüedi ThP., Murphy WM.:AO Principles of Fracture Management. Thime Stuttgart Now York;2000, str.
29. *Frigg R.* Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). Injury 2001;32 Suppl 2:63-6.
30. *Wheater PR, Gurkitt HG, Daniesls VG.* Functional Histolgy, Edinburg London Melburne and New York: Churchill Livingstone;1987, str. 149.
31. *Jacobsten FS.* Periosteum. Its relation to pediatric fractures. J Pediatr Orthop B 1997;6:84-90.
32. *O Driscoll ShWM, Saris DBF, Ito Y, Fitzimmons JS.* The chondrogenic potential of periosteum decrises with age. J Orthop Res 2001;19:95-103.
33. *Hohmann EL, Elde RP, Rysavy JA, Einzig S, Gebhrd RL.* Inervation of periosteum and bone by sympathetic vasoactive intestinal peptide-containing nerve fibers. Science 1986;232:868-70.
34. *Mach DB, Rogers SD, Sabino MC, Luger NM, Schwei MJ.*Originis of skeletal pain; sensory and sympathetic innervation of the mouse femur. Neuroscience 2002;13:155-66.
35. *Tonna EA.* Response of the cellular phase of skeleton to trauma. Periodontics 1965;4:105-14.
36. *Tang XM, Chai BF.* Ultrastructural investigation of osteogenic cells. Chinese Medical Jurnal 1986;99:950-6.
37. *Holtrop ME.* The ultrastructure of bone. Annals of Clinical and Laboratory Science. 1975;5:264-71.
38. *Rhodin JAG.* Histology. A Text and Atlas. New York: Oxford University Press;1974, str.196.

39. *Tonna EA*. Electron microscopy of aging skeletal cells. III Periosteum. Laboratory Investigation. 1975;61:609-32.
40. *Squier S, Ghoneim S, Kremenak CR*. Ultrastructure of the periosteum from membrane bone. J Anat 1990;171:233-9.
41. *Aubin J, Triffit J*. Mesenchymal stem cells and osteoblast differentiation. U: Bilezikian J, Raisz LG, Rodan GA, ur. Principles of Bone Biology. San Diego: Academic Press; 2002, str. 59-81.
42. *Ellender G, Feik SA, Carach BJ*. Periosteal structure and development in a rat caudal vertebra. J Anat 1988;158:173-8.
43. *Simon TM, Sickel DC, Dennis H*. Cambium cell stimulation from surgical release of the periosteum. J Ortho Res 2003;21(3):470-80.
44. *Dias-Flores L, Gutierrez RL, Lopez-Alonso A, Gonzalez R, Varela H*. Pericytes as a supplementary source of osteoblasts in periosteal osteogenesis. Clin Orthop 1992;2:80-6.
45. *Reilly TM, Selders R, Luchetti W, Brighton CT*. Similarities in the phenotypic expression of pericytes and bone cells. Clin Orthop 1988;2:95-103.
46. *Midura RJ, SU X, Morcuende JA, Tmami R*. Parathyroid hormone rapidly stimulates hyaluronan syntheses by periosteal osteoblasts in the tibial diaphysis of the growing rat. J Biol Chem 2003;278(51):462-8.
47. *Horiuchi K, Amizuka N, Takeshita S, Takamatsu H, Ktsuura M, Ozawa H*. Identification and characterization of a novel protein, periostin, with restricted expression to periosteum and periodontal ligament and increased expression by transforming growth factor beta. J Bone Miner Res 1999;14:1239-49.
48. *Litvin J, Selim AH, Montgomery M et al*. Expression and function of periostin-isoforms in bone. J Cell Biochemistry 2004;92(5):1044-106.
49. *Oshima A, Tanabe H, Yan T, Lowe GN, Glackin CN, Kudo A*. A novel mechanism for the regulation of osteoblast differentiation: transcription of periostin, a member of the fasciclin I family, is regulated by the bHLH transcription factor, twist. J Cell Biochem 2002;86:792-804.
50. *Gamulin S, Marušić M, Kovač Z i sur*. Patofiziologija. Zagreb: Medicinska naklada; 2002. str. 696.
51. *Anderson SD, Danylchuk K*. Bone-remodeling rates of the beagle: a comparison between different sites on the same rib. Am J Vet Res 1978;39:1763-5.
52. *Chong DA, Evans CA, Heeley JD*. Morphology and maturation of the periosteum of the rat mandible. Arch of Oral Biology 1982;27(9):777-85.
53. *Freitas RA*. Nanomedicine. Vol I: Basic Capabilities, Georgetown. TX: Landes Bioscience; 1999, str. 5.
54. *Gyton AC*. Medicinska fiziologija, Medicinska knjiga Zagreb-Beograd. Izd. 1991. Kapilarna dinamika i razmjena međustanične tekućine. str. 16.
55. *Simpson AH*. The blood supply of periosteum. J Anat 1985;140:697-70.
56. *Rucker M, Roesken, Vollmar B, Menger DM*. A Novel Approach for Comparative Study of Periosteum, Muscle, Subcutis and Skin Microcirculation by Intravital Fluorescence Microscopy. Microvascular Research 1998;56(1):30-42.

57. *Iwaku F.* Microvasculature of bone and bone marrow. In: Scanning Electron Mycroscopy of Vascular Casts: Methods and Applications. Motta PM, Murakami T, Fujita H. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers; 1992, str.72-86.
58. *Zweifach S:* Factors Regulating Blood Pressure. New York: Joshiah Macy, Jr., Foundation; 1950,str. 59.
59. *Pannarale LP, Onori M, Ripani M, Gaudio E.* Precapillary patterns and perivascular cells in the retinal microvasculature. A scanning electron study. J Anat 1996;188:693-703.
60. On line education. Hemodynamics; capillary exchange. Lecture 10.  
<http://bme.boun.edu.tr/ozturkc/bm581/cardiac-capillary.html>
61. *Trueta J.* Blood Supply and the Rate of Healing of Tibial Fractues. Clin Orth Related Research 1974;105:11-27.
62. *Macnab I, Haas WG.* The role of periosteal Blood Supply in the Healing of Fractures of Tibia. Clin Orth Related Research 1974;105:27-33.
63. *Reinlander FW.* Circulation in bone. U: Biochemistry and Physiology of Bone, Vol. II. New York:Academic Press; 1972, str. 38-46.
64. *Zucman J.* Studies on the Vascular Connexions between Periosteum, Bone and muscle. Br J Surg 1960;48:324-8.
65. *Whiteside LA, Lesker P.* The Effects of Extraperiosteal and Subperiosteal Dissection. I. On Blood Flow in Muscle. J Bone Joint Surg 1978;60(1):23-6.
66. *Prescher A.* Über eigentümliche Furchbildungen auf der Fascies lateralis tibiae. Verhandlungsband der Anatomischen Gesellschaft. Versammlung Anat Anz 1991;170 Suppl:207-8.
67. *Menck J, Bertram CH, Lierse W.* Secretorial Angioarchitecture of the Human Tibia. Acta Anatomica 1992;146:67-73.
68. *Boer FC, Patka P, Bakker FC, Haarman HJThM.* Current Concepts of Fracture Healing, Delayted Unions und Nonunions. Osteo Trauma Care 2002;10:1-7.
69. *Kowalski Mj, Schemitsch EH, Kregor PJ, Senf D, Swiontkowski MF.* Effect of periosteal stripping on cortical bone perfusion: a laser Doppler study in sheep. Calcif Tissue Int 1996;59:24-6.
70. *Whiteside LA, Lesker P.* The Effects of Extraperiosteal and Subperiosteal Dissection. II. On Fracture Healing. J Bone Joint Surg 1978;60(1):26-9.
71. *Brighton CT, Hunt RM.* Early histological and ultrastructural changes in microvasels of periostal callus. J Orthop Trauma 1997;11(4):244-53.
72. *Schaser KD, Zhang L, Haas NP, Mittlmeir G, Duda G, Bail HJ.* Temporal profile of microvascular disturbances in rat tibial periosteum following closed soft tissue trauma. Langenbeck Archives of Surgery 2003;338(5):330-2.
73. *Landry PS, Marino AA, Sadasivan KK, Albright JA.* Effect of soft-tissue trauma on the early periosteal response of bone to injury. Injury, Infection and Critical Cere 2000;48(3);479-83.
74. *Zhang L, Bail H, Mittlmeier T, Haas NP, Schaser KD.* Immediate microcirculatory derangements in skeletal muscle and periosteum after closed tibial fracture. J Trauma 2003;54(5):979-85.
75. *Cormach DH.* Haim's Histology. Philadelphia:J.B. Lippincott Company;1987,str.33.
76. *Brookes M.* The blood supply of bone. London: Butterworth's;1984, str.88.

77. *Rhineland FW, Stewart CL, Wilson JW*: Bone vascular supply. In *Skeletal Research*, New York: Academic Press; 1979, str.367-95.
78. *Wilson JW, Rhineland FW*: Bone supply to developing, mature and healing bone. U: Sumner-Smith ur. *Bone in Clinical Orthopedics: A study of Clinical Osteology*, Ch. 2. Philadelphia, WB Saunders;1986, str.57-63.
79. *Chanavaz M*. Anatomy and histophysiology of the periosteum: quantification the periosteal blood supply to the adjacent bone with 85 Sr gamma spectrometry. *J Oral Implantol* 1995;21:214-9.
80. *Triffitt PD, Cieslak CA, Gegg PJ*. A quantitative study of the routes of blood flow to the tibial diaphys after an osteotomy. *J Orthop Res* 1993;11:49-57.
81. *Reineland FW*. Tibial Blood Supply in Relation to Fracture Healing. *Clin Orth Related Research* 1974;105:34-81.
82. *Fetter AW, Rhineland FW*. Variability of normal circulation. U: Newton D, Nunamaker M, ur. *Textbook of Small Animal Orthopaedics*. Ithaca, New York: International Veterinary Information Service; 1985, str. 46-50.
83. *Hausman MR, Schaffler MB, Majeska RJ*. Prevention of Fracture Healing in Rats by an Inhibitor of Angiogenesis. *Bone* 2001;29(6):560-4.
84. *Carano RAD, Filvaroff EH*. Angiogenesis and bone repair. *DDT* 2003;8(21):980-9.
85. *Collinge CA, Sanders RW*. Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:211-6.
86. *Arens S, Kraft C, Schlegel U*. Susceptibility to local infection in biological internal fixation. Experimental study of open vs minimally invasive plate osteosynthesis in rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999;119:82-5.
87. *Perren SM, Claes L*. Biology and biomechanics in fracture management. U: Rüedi ThP., Murphy WM, ur. *AO Principe's of Fracture Management*. Stuttgart Now York:Thime; 2000, str. 8-31.
88. *Junqueira LC, Caneiro J, Kelley RO*. *Osnove histologije*, Zagreb:Školska knjiga; 1995, str.156.
89. *Taylor JF*. The periosteum and bone growth. U: Hall BK. ur. *Bone*, vol.6 Boca Raton: CRC;1992, str. 21-52.
90. *Tenenbaum HC, Palangio KG, Holmyard DP, Pritzker KPH*. An ultrastructural study of osteogenesis in chick periosteum in vitro. *Bone* 1986;7:295-302.
91. *Higaki S*. Establishment of human osteoblastic cells derived from periosteum in culture. *In Vitro Cell Dev* 1989;25:37-43.
92. *Nakahara H, Goldberg VM, Caplan AI*. Culture-expanded human periosteal-derived cells exhibit osteochondral potential in vivo. *J Orthop Res* 1991;9:181-8.
93. *Ishida H, Tamai S, Yajima H, Inoue K, Ohgushi H, Dohi Y*. Histologic and biochemical analysis of osteogenic capacity vascularized periosteum. *Plastic Reconstr Surg* 1996;97:512-8.
94. *Yoshikwa T, Ohgushi H, Okumura M, Tami S, Dohi Y, Moriyama T*. Biochemical and histological sequences of membranous ossification in ectopic site. *Calcif Tissue Int* 1992;50:184.
95. *Wloodarski KH*. Normal and heterotopic periosteum. *Clin Orthop* 1989;241:65-77.

96. *Cornell CN, Lane JM.* Current understanding of osteoconduction in bone regeneraion. Clin Orthop 1998;355:267-73.
97. *Einhorn TA.* The celland molecular biology of fracture healing. Clin Orthop 1998;355:7-21.
98. *Pećina M. i sur.* Ortopedija, Zagreb: Naprijed; 1996, str.81.
99. *Raha BA, Gllinaro P, Baltensperger A.* Primary bone healing: An experimental study in rabbit. J Bone Joint Surg 1971;14:783-6.
100. *Claes L, Augat P, Suger G.* Influence of size and at ability of the osteotoky gap on the success of fracture healing. J Orthop Res 1997;15(4):577-84.
101. *Perren SM.* Biomechanical basis of fracture treatment. Orthopade 1992;21:3-10.
102. *Cruess RL, Dumnont J.* Fracture healing. Can J Surg 1975;18:403-13.
103. *Brook M, Revell WJ.* Blood Supplay of Bone. Scientific aspects. London:Springer-Verlag; 2000, str.82.
104. *Kityk A.* Zur mikroskopischen Anatomie des Periostes (disertacija). München; University of München; 1998, str.5.
105. *Trueta J.* The role of the veesel in osteogenesis. J Bone Jt Surg Ser A 1963;45:402-18.
106. *Street J.* Vascular endothelial growth factor stimulates bone repair by promoting angiogenesis and bone turnover. Proc Natl Acad Sci USA 2002;99:656-61.
107. *Chu TW.* Effect of endoendothelial growth factor in frature healing. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi 2002;16:75-8.
108. *Peng H.* Synergistic enhancement of bone formation and healing by stem cell-expressed VEGF and bone morphogenetic protein-4. J Clin Invest. 2002;110(6):751-9.
109. *Vukićević S, Latin V, Chen P, Reddi AH, Sampath TK.* Localisation of osteogenic protein-1 (bone morphogenic protein.7) during human embryonic development: high affinity binding to basement membranes. Biochem Biophys Res Commun 1994;198:693-700.
110. *Valenti-Opran A.* Clinical evaluation of recombinant human bone morphogenic protein-2. Clin Orthop 2002;395:110-20.
111. *Barnes GL.* Growth factor regulation of frature repair. J Bone Miner Res 1999;14:1805-15.
112. *Ripamonti U.* Complete regeneration of bone in the baboon by recombinant human osteogenic protein-1. Growth Factors 1996;13:273-89.
113. *Geesink RG.* Osteogenic activity of OP1 bone morphogenic protein (BMP-7) in a human fibular defect. J Bone Joint Surg 1999;81:710-8.
114. *Chang H.* Genetic analysis of the mammalian transforming growth factor-beta superfamily. Endocr Rev 2002;23:787-823.
115. *Cho TJ.* Differential temporar expression of members of the transforming growth factor beta superfamily during murine fracture healing. J Bone Miner Res 2002;17:513-20.
116. *Reddi AH.* Bone morphogenetic proteins: from basic science to clinical applications. J Bone Joint Surg 2001;83(A):1-6.

117. *Ogden JA*. The Uniqueness of Groving Bones. U: Rockwood C.A Jr., Wilkins KE, King RE, ur. Fractures in children Vol 3. Philadelphia: JB Lippincott Company; 1984, str.1-87.
118. *Kasser JR*. Fractures unique to children.U:Pediatric fractures: a practical approach to assessment and treatment.ed. MacEwen GD, Kasser JR, Heinrich SD. Baltimore: Williams&Wilkins:1996, str. 67.
119. *Orwoll E*. Toward an expanded understanding of the role of the periosteum in skeletal health. J Bone Miner Res 2003;18:949-54.
120. *Kiataka K, Furman B, Saha S*. Periosteum: Its biomechanical role in fracture. Zbornik radova, NACOB; 1998, str. 67.
121. *Huller T, Nathan H*. Biomechanical role of periosteum. Israel Jurnal of Medical Science 1970;6:630-4.
122. *Seeman E, Duan Y*. Maesurement issues in periosteal apposition. J Bone Miner Res 2004;19:691.
123. *Masinde GL, Wergedal J, Davidson H, Mohan S, Li R, Li X*. Quantitative trait loci for periosteal circumference (PC): identification of single loci and epistatic effects in F2MRL/SJL mice. Bone 2003;32:554-60.
124. *Allen MR, Hock JM, Burr DB*. Periosteum: biology, regulation and response to osteoporosis therapies. Bone 2004;35:1003-12.
125. *Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA*. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. Injury 1998;29:3-6.
126. *Lungerhausen W, Ullrich P*: Biological osteosynthesis. Zentralblatt Für Chirurgie. 1997;122(11):954-61.
127. *Schatzker JSch*. Changes in the AO/ASIF principles and metodes. Injury 1995; 25Suppl 2:51-7.
128. *Schatzker J*. AO Philosophy and Principe's. U: Rüedi ThP., Murphy WM, ur. AO Principe's of Fracture Management. Stuttgart, Now York: Thime; 2000, str.1-7.
129. *Richter D, Ostermann PAW, Ekkernkamp A, Huhr G, Han M*. Minimally invasive therapeutic concepts in fracture surgery. Z Arztl Fortbild Qualitatssich. 1999;93(4):245-51.
130. *Hunter JB*. The principles of stabile intramedullary nailing in children. Injury 2005; 36 Suppl 1:20-4.
131. *Bar-on E, Sagiva S, Porat S*. External fixation or Flexibile intramedullary Nailing for Femoral shaft Fractures in Children. A Prospective, Randomised Study. JBJS 1997;79-B(6):975-8.
132. *Claes L*. Fractures with flexible surgical fixation. U: Rüedi ThP., Murphy WM, ur. AO Principe's of Fracture Management. Stuttgart, Now York: Thime; 2000, str. 11-7.
133. *Miclau T, Martin RE*. The evolution of moderne plate osteosynthesis. Injury 1997; 28 Suppl 1:4-7.
134. *Lin Z*. Self-designed conical point plate and clinical application. Chin J Traumatolol 2001;4(1):44-7.
135. *Honig JF, Burchard H, Wunster M, Stankovic P, Schmid A, Sturme KM*. The multi-point contact (MPC) osteosynthesis plate. Intiale clinical results of therapy of forearm fracture with MPC plates. Unfallchirurgie 1997;23(6)238-45.

136. *Klaume K, Fengels I, Parren SM.* Long-term effects of plate osteosynthesis: comparison of four different plates. *Injury* 2000;31 Suppl 2:51-62.
137. *Karnezis IA.* Biomechanical considerations in biological femoral osteosynthesis: An experimental study of the „bridging“ and „wave“ plating techniques. *Arc Orthop trauma Surg* 200;120(5-6):272-5.
138. *Kowalski MJ, Schemitsch EH, Harrington RM, Chapman JR, Swiontkowski MF.* A comparative biomechanical evaluation of a noncontacting plate and currently used devices for tibial fixation. *J Trauma.* 1996 Jan;40(1):5-9.
139. *Bishop N, Tepić S, Bresina SJ.* A distractor for fracture reduction with minimal subsidiary handling force. *Injury* 1995;26 Suppl 2:24-30.
140. *Babst R, Hehli M, Regazzoni P.* LISS tractor. Combination of the "less invasive stabilization system" (LISS) with the AO distractor for distal femur and proximal tibial fractures. *Unfallchirurg.* 2001;104(6):530-5.
141. *Baumgaertle F, Buhl M, Rahn BA.* Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury* 1998;29 Suppl 3:3-6.
142. *Kesemenli C, Subasi M, Necmioglu S, Kapukaya A.* Treatment of multifragmentary fractures of the femur by intact reduction (biological) and plate fixation. *Injury* 2002;33:691-9.
143. *Russell GV, Smith DG.* Minimally invasive treatment of distal femur fractures: report of a technique. *J Trauma* 1999;47:799-801.
144. *Farouk O, Krettek C, Miclau T.* Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury* 1997;28:7-12.
145. *Farouk O, Krettek C, Miclau T.* Effects of percutaneous and conventional plating techniques on the blood supply to the femur. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998;117:438-41.
146. *Collinge C, Sanders R, DiPasquale T.* Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop* 2000;6:69-77.
147. *Marti A, Fankhauser C, Frenk A, Cordey J, Gasser B.* Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system for the internal fixation of distal femur fractures. *J Orthop Trauma.* 2001;15(7):482-7.
148. *Miclau T, Remiger A, Tepic S.* A mechanical comparison of the dynamic compression plate, limited contact-dynamic compression plate, and point contact fixator. *J Orthop Trauma* 1995;9:17-22.
149. *Tepic S, Remiger AR, Morikawa K.* Strength recovery in fractured sheep tibia treated with a plate or an internal fixator: an experimental study with a two-year follow-up. *J Orthop Trauma* 1997;11:14-23.
150. *Tepic S, Perren SM.* The biomechanics of the PC-Fix internal fixator. *Injury* 1995;26 Suppl 2:5-10.
151. *Schutz M, Muller M, Krettek C, Hontzsch D, Regazzoni P, Ganz R, Haas N.* Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury* 2001;32 Suppl 3:48-54.
152. *Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S, Schavan R.* The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury* 2001;32 Suppl 3:24-31.



153. *Schandelmaier P, Partenheimer A, Koenemann B, Grun OA, Krettek C.* Distal femoral fractures and LISS stabilization. *Injury* 2001;32 Suppl 3:55-63.
154. *Bong MR, Egol KA, Koval KJ, Kummer FJ, Su ET, Iesaka K, Bayer J, Di Cesare PE.* Comparison of the LISS and a retrograde-inserted supracondylar intramedullary nail for fixation of a periprosthetic distal femur fracture proximal to a total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2002;17(7):876-81.
155. *Frigg R.* Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). *Injury* 2001;32 Suppl 2:63-6.
156. *Field JR, Lord P, Maaripuu E, Sumner-Smith G.* Semi-quantitative assessment of tibial blood flow and distribution in response to surgical intervention using first pass radionuclide angiography and intravascular vital dye. *Injury* 1999;30:681-8.
157. *Kregor PJ, Senft D, Parvin D.* Cortical perfusion in plated fractured sheep tibiae. *J Orthop Res* 1995;13:715-24.
158. *Gautier E, Rahn BA, Perren SM.* Vascular remodeling. *Injury* 1995;26 Suppl 2:11-8.
159. *Borrelli J, Prickett W, Song E, Becker D, Ricci W.* Extraosseous blood supply of the tibia and effects of different plating techniques. *J Orthop trauma* 2002;16:691-5.
160. *Rucker M, Binger Th, Deltcheva K, Menger MD.* Reduction of midfacial periosteal perfusion failure by subperiosteal versus suprapariosteal dissection. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;66:87-92.
161. *Goddard JCh, Sutton ChD, Furness PN, Kockelbergh RC, O'Byrne KJ.* A computer image analysis system for microvessel density measurement in solid tumors. *Angiogenesis* 2002;5:15-20.
162. *Vermeulen PB, Gasparini G, Fox SB.* Quantification of angiogenesis in solid human tumors: An international consensus on the methodology and criteria of evaluation. *Eur J Cancer* 1996;32A:2474-84.
163. *Philip EA, Stephenson TJ, Reed MW.* Prognostic significance of angiogenesis in transitional cell carcinoma of the human urinary bladder. *Br. J Urol* 1996;77(3):352-7.
164. *Lennernas B, Albertsson P, Lennernas H, Norrby K.* Chemotherapy and angiogenesis. *Ac Oncol* 2003;42:294-303.
165. *Goddard JC, Sutton CD, Berry DP.* The use of microvessels density assessment in human urological tumors. *BJU Int* 2001;87(9):866-76.
166. *Vermeulen PB, Gasparini G, Fox SB.* Second international consensus on the methodology and criteria of evaluation of angiogenesis quantification in solid human tumors. *Eur J Cancer* 2002;38:1564-79.
167. *Offersen BV, Borre JM, Overgaard.* Quantification of angiogenesis as a prognostic marker in human carcinoma. *Eur J Cancer* 2003;39:881-890.

## 10. POPIS OZNAKA I KRATICA

µm	mikrometar ( $10^{-3}$ mm)
a.	arterija
Ak	aktivna površina
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
art.	Articulatio
BMP	bone morphogenetic protein
Br.k.ž	broj krvnih žila
c	kapilara
DCP	Dynamic Compression Plate
engl.	engleski
F	fibrozni sloj periosta
god.	godina
IGF	insulin-like growth factor
IM	intramuskularno
IV	intravenozno
K	kambijum
KB	kilobyta
Kg	kilogram
lat.	latinski
LC-DCP	Limited Contact-Dynamic Compression Plate
LCP	Locking Compression Plate)
LIIS	less invasive stabilisation system
m	metar
mg	miligram
MIPO	minimally invasive plate osteosynthesis
mj.	mjesec
ml	mililitar
mm	milimetar
N	Neuton (jedinica za silu)
OP	osteogenic protein
P VP	površina vidnog polja
P	periost
PC-Fix	point contact fixator
PD	prednja desna
PL	prednja lijeva
PM	periost mrežasti
Psr.k.ž.	prosječna površina krvnih žila
RH	Republika Hrvatska
rtg	rendgenogram
SD	stražnja desna
sec.	sekunda
SL	stražnja lijeva
TGF	transforming growth factor
TT	tjelesna težina
V	volumna
v	vena
VEGF	vascular endothelial growth factor

## 11. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 19. siječnja 1962. god. u Tuzli. Osnovnu školu i gimnaziju završio sam u Lukavcu. Medicinski fakultet u Zagrebu diplomirao sam 1986., prosječnom ocjenom 4,2. Tijekom studija obavljao sam dužnosti demonstratora: Katedra za Patofiziologiju Medicinskog fakulteta (1984-1988), Katedra za Patofiziologiju Stomatološkog fakulteta (1984-1988), Katedra za fiziologiju Medicinskog fakulteta (1983-1984).

Diplomski rad, „Traumatske rupture slezene“ načinio sam uz mentorstvo prof. Z. Kružića. Školske godine 1988/1989 završavam tri semestra postdiplomskih studija Nuklearne medicina na Medicinskom fakultet i radim pripravnički staž za KBC Zagreb. Stručni liječnički ispit polažem 1998. god. Potom radim kao liječnik obiteljske, pedijatrijske i medicine rada u više ambulanti DZ Trnje. U jesen 1991. god. odlazim na ratište u djelatnu borbenu postrojbu HV.

Krajem 1992. god. započinjem specijalizaciju dječje kirurgije, za Zavod dječje kirurgije KBC Rebro u Zagrebu. Tijekom specijalizacije u više navrata, a kao časnik i vojni liječnik HV, sudjelovao u povijesnim akcijama, prvog borbenog ešalona HV. Za ove aktivnosti odlikovan sam Ordenom Hrvatskog križa (1998 god.). Nosilac sam Spomenice Domovinskog rata 1990/91., medalje „Oluja“ u više navrata nagrađivan i pohvaljen.

Tijekom specijalizacije (1994-1995) pohađao sam postdiplomske studije Biomedicina, PMF u Zagrebu. Magistarski rad „Kasni rezultati liječenja prijeloma potkoljenice u dječjoj dobi“ načinio sam 1996. god. u Klinici za kirurgiju, KBC-a Zagreb. Mentor mi je bio prof.dr.sc. Stipe Batinica. Specijalistički ispit kirurgije polažem 18.03.1997. god., i dalje radim kao liječnik Zavoda za dječju kirurgiju, Klinike za kirurgiju KBC-a, Zagreb sve do danas.

Aktivno sudjelujem u stručnom i znanstvenom radu odjela. Publicirao sam do sada petnaest stručnih radova u indeksiranim časopisima. Sudjelovao u organizaciji više desetaka domaćih i međunarodnih kongresa, seminara i tečaja, te pohađao više domaćih i inozemnih stručnih seminara i tečaja. Važniji tečajevi koje sam pohađao; „Elastična stabilna osteosinteza“ 1998. g. Ljubljana, Slovenija; „Koštano zglobo kirurgija“ 2000. god. Salzburg, Austrija, „Trauma scoring“ 2001. god. Zagreb.

Član sam više tuzemnih i inozemnih strukovnih društava. Uži mi je interes traumatologija, osobito problemi cijeljenja prijeloma.

Po narodnosti sam Hrvat, državljanstvo hrvatsko. Oženjen sam i otac dvaju sinova.

Govorim engleski, služim se njemačkim, a poznajem osnove ruskog jezika.

Adresa: Martićeva 4, Zagreb, e-mail; anko.antabak@zg.htnet.hr